	GESTIÓN DE SERVICIOS ACADÉMICOS Y BIBLIOTECARIOS		CÓDIGO	FO-GS-15	
			VERSIÓN	02	
	ESQUEMA HOJA DE RESUMEN			FECHA	03/04/2017
				PÁGINA	1 de 1
ELABORÓ		REVISÓ	APROBÓ		
Jefe División de Biblioteca		Equipo Operativo de Calidad	Líder de Calidad		

RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES): NOMBRES Y APELLIDOS COMPLETOS

NOMBRE(S): DIDIANA MARCELA APELLIDOS: VARGAS CONTRERAS

NOMBRE(S): SHYRLE JALILYE APELLIDOS: COLMENARES MENDEZ

FACULTAD: DE INGENIERIA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA INDUSTRIAL

DIRECTOR:

NOMBRE(S): OSCAR APELLIDOS: MAYORGA TORRES

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): MODELO DE RUTEO PARA LA DISTRIBUCIÓN DE MEDICAMENTOS INCORPORANDO TECNOLOGÍAS UAV (UNMANNED AERIAL VEHICLE) EN STRAPFARMA ALMACENADORA DE MEDICAMENTOS Y SUMINISTROS MÉDICOS S.A.S.

RESUMEN

El incumplimiento de la promesa de servicio en la distribución y entrega de medicamentos en Colombia es un problema que contiene diferentes elementos causales, principalmente generados por los actores que integran la cadena, medios tecnológicos y el desbalance entre oferta y demanda de productos. El proyecto de investigación tiene como objetivo diseñar un modelo de ruteo para la distribución de medicamentos en STRAPFARMA almacenadora de medicamentos y suministros médicos S.A.S., en la ciudad de San José de Cúcuta empleando modelamiento matemático e incorporando tecnologías UAV para la mejora de los tiempos, costos y cantidades del servicio.

Se expone la macro localización y distribución de medicamentos para las zonas determinadas; empleando técnicas de ingeniería, a través de un modelo de distribución, buscando la mayor cobertura y nivel de servicio.

PALABRAS CLAVES: medicamentos, ruteo, suministros médicos, tecnologías UAV.

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 108 PLANOS: ILUSTRACIONES: CD ROOM: .

MODELO DE RUTEO PARA LA DISTRIBUCIÓN DE MEDICAMENTOS
INCORPORANDO TECNOLOGÍAS UAV (UNMANNED AERIAL VEHICLE) EN
STRAPFARMA ALMACENADORA DE MEDICAMENTOS Y SUMINISTROS MÉDICOS
S.A.S.

DIDIANA MARCELA VARGAS CONTRERAS

SHYRLE JALILYE COLMENARES MÉNDEZ

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS INGENIERÍA INDUSTRIAL

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2021

MODELO DE RUTEO PARA LA DISTRIBUCIÓN DE MEDICAMENTOS
INCORPORANDO TECNOLOGÍAS UAV (UNMANNED AERIAL VEHICLE) EN
STRAPFARMA ALMACENADORA DE MEDICAMENTOS Y SUMINISTROS MÉDICOS
S.A.S.

DIDIANA MARCELA VARGAS CONTRERAS
SHYRLE JALILYE COLMENARES MÉNDEZ

Proyecto de Grado para optar al Título de Ingeniera Industrial

Director

ÓSCAR MAYORGA TORRES

Ingeniero Industrial

Magister en Ingeniería Industrial

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS INGENIERÍA INDUSTRIAL

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2021

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE GRADO

FECHA: 22 de Octubre, 2021
HORA: 08:00 a.m.
LUGAR: GOOGLE MEET – CORREO INSTITUCIONAL UFPS
PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA INDUSTRIAL

TÍTULO DE LA TESIS: “MODELO DE RUTEO PARA LA DISTRIBUCION DE MEDICAMENTOS INCORPORANDO TECNOLOGIAS UAV (UNMANNED AERIAL VEHICLE), EN STRAPFARMA ALMACENADORA DE MEDICAMENTOS Y SUMINISTROS MEDICOS S.A.S.”

JURADOS: PEDRO ANTONIO GARZÓN AGUDELO
CARLOS ALBERTO PEÑA SOTO
ANA MILENA GÓMEZ SOTO

DIRECTOR: OSCAR MAYORGA TORRES

NOMBRE DEL ESTUDIANTE	CÓDIGO LETRA	CALIFICACIÓN	NÚMERO
<i>DIDIANA MARCELA VARGAS CONTRERAS</i>	1192031	<i>cuatro, siete</i>	4,7
<i>SHYRLE JALILYE COLMENARES MENDEZ</i>	1192022	<i>cuatro, siete</i>	4,7

MERITORIA



PEDRO ANTONIO GARZÓN AGUDELO



CARLOS ALBERTO PEÑA SOTO



ANA MILENA GÓMEZ SOTO



V.o.B. GAUDY CAROLINA PRADA BOTÍA
Director Plan de Estudios
Ingeniería Industrial
Magda M.

DEDICATORIA

Quiero mostrar mi más sincero agradecimiento de antemano a Dios por guiarme en mi camino y darme la sabiduría necesaria para concluir este objetivo, a mis padres, Marco Antonio Colmenares Parada e Isabel Teresa Méndez que me mira desde el cielo, por su amor, trabajo y sacrificio todos estos años, por siempre estar presente y por las enseñanzas dadas desde mi infancia, gracias a ellos he logrado llegar hasta aquí; termina una etapa llena de experiencias nueva y únicas, con las cuales he aprendido y me he formado tanto personal como profesionalmente.

De igual manera, agradezco al Ingeniero Oscar Mayorga Torres, a mis maestros y compañeros por su acompañamiento durante este proceso y hacer de mi paso por la universidad más enriquecedor. La disciplina es la clave del éxito y los resultados que consigues estarán directamente proporcionados al esfuerzo que aplicas.

Shyrle Jalilye Colmenares

Méndez

DEDICATORIA

Primero que todo darle gracias a Dios por darme la sabiduría necesaria y el privilegio de permitir me culminar esta etapa de mi vida, donde aprendí mucho y crecí tanto personal como profesionalmente, a mis padres Esperanza Contreras Ramón y Francisco Julio Vargas por sacarme adelante con sacrificios, en especial a mi mamá por ser una mujer tan excelente, admirable y enseñarme que soy capaz de lograr todo lo que me propongo, a mi angelito Teodolinda Ramón de Contreras por ser mi segunda mamá, darme la sabiduría y los consejos desde su experiencia, por ser sin alguna duda la mejor abuela del mundo, por dejar una huella en mi vida y enseñarme que un tapón estudiado vale mucha plata, a mi hermana Francly Julieth Vargas Contreras por darme mucho amor y explicarme cuando tenía alguna duda, mis tíos y tías, por cuidarme, confiar en mí y apoyarme.

De igual manera darle gracias a Todos aquellos maestros que hicieron parte de mi formación académica para forjarme como profesional, y que dieron todo de sí mismos por dejar un aprendizaje en mi vida, al ingeniero Oscar Mayorga Torres por ser un excelente docente, acompañarme en los últimos semestres de mi carrera.

Didiana Marcela Vargas

Contreras

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestros más sinceros agradecimientos a:

Universidad Francisco de Paula Santander y a todos los maestros que nos acompañaron y aportaron en nuestra formación como ingenieras.

Strapfarma S.A.S. por brindarnos la oportunidad, apoyo y confianza para desarrollar nuestro trabajo de grado en su organización y a los colaboradores por su contribución.

Ingeniero Oscar Mayorga Torres, por su dedicación, guía, paciencia, tiempo, por aportarnos sus conocimientos y ser nuestro director del proyecto de grado, por sus consejos y sugerencias en todo el proceso, más que un maestro se ha convertido en un gran amigo.

Al semillero de investigación en Industria 4.0 quienes fueron de gran impacto para esta investigación.

A nuestra familia por ser nuestro pilar fundamental y haberme apoyado incondicionalmente en nuestro proceso de estudio.

Contenido

	pág.
Introducción	15
1. El Problema	17
1.1 Título	17
1.2 Planteamiento del Problema	17
1.3 Formulación del Problema.	19
1.4 Justificación	19
1.4.1 A nivel de la empresa	19
1.4.2 A nivel del estudiante	20
1.5 Objetivos	20
1.5.1 Objetivo General	20
1.5.2 Objetivos Específicos	20
2. Marco Referencial	22
2.1 Antecedentes	22
2.2 Marco Teórico	25
2.2.1 Logística	25
2.2.2 Distribución	25
2.2.3 Geolocalización	25
2.2.4 Ruteo	26
2.2.7 Dispensación de medicamentos	27
2.2.8 Recursos	28
2.2.9 Tecnologías UAV	28

2.2.10 Dron	29
2.3 Marco Conceptual	29
2.3.1 Logística	29
2.3.9 Ruteo	34
2.4 Marco Contextual	34
2.5 Marco Legal	37
3. Diseño Metodológico	38
3.1 Tipo de Investigación	38
3.2 Población y Muestra	38
3.2.1 Población	39
3.2.2 Muestra	39
4. Desarrollo de la Investigación	41
4.1 Diagnóstico de la situación actual	41
4.2 Sectorización y Geolocalización del Portafolio de Clientes.	54
4.2.1 Zonificación de la ciudad	54
4.2.2 Selección del modelo de ruteo	58
4.2.4 Formulación del modelo	60
4.2.4 Aplicación y resultado del modelo	63
4.3 Validación de los resultados del modelo.	67
5. Conclusiones y Recomendaciones	90
6. Referencias Bibliográficas	94
7. Anexos	99

Lista de Tablas

	pág.
Tabla 1. Calificación de los componentes de acceso a los servicios según componentes y régimen.	18
Tabla 2. Número de clientes que realizan pedidos a la empresa de Cúcuta.	45
Tabla 3. Herramientas de diagnóstico (Relaciones).	52
Tabla 4. Definiciones de los modelos TSP y VRP.	59
Tabla 5. Asignación de zonas según el número de destinos.	66
Tabla 6. Nodos visitados por cada ruta en los subpoligonos.	89

Lista de Figuras

	pág.
Figura 1 Configuración de la red logística de Strapfarma.	42
Figura 2 Mapa de proveedores nacionales y regionales.	43
Figura 3 Logística de distribución de la empresa Strapfarma.	44
Figura 4 Porcentaje que representa los pedidos de los clientes.	45
Figura 5 Porcentaje que representan los clientes mayoristas y minoristas.	46
Figura 6 Distribución de los clientes en el mapa, a la izquierda las farmacias y otros clientes minoristas(254) y a la derecha las clínicas, hospitales, etc. (81).	47
Figura 7 Número de pedidos de los clientes para el 2020.	48
Figura 8 Porcentaje que representa el pedido por cada cliente.	49
Figura 9 Diagrama Ishikawa para la distribución deficiente de medicamentos.	50
Figura 10 Datos graficados de las variables de latitud y longitud.	55
Figura 11 Geoposicionamiento y radiometría circular.	56
Figura 12 Posibles polígonos para la optimización de rutas.	58
Figura 13 Diferencia entre TSP (izquierda) y VRP (derecha).	59
Figura 14 Ruta establecida por Google Maps entre los clientes C324, C297, C57, C202, C51, C292, C165, C199, C329.	64
Figura 15 Polígono G.	65
Figura 16 Subpolígonos S1, S2, S3 y S4.	66
Figura 17. Ruta 1 del subpolígono dos (S2).	67
Figura 18 Ruta 2 subpolígono dos (S2).	68
Figura 19 Ruta 3 subpolígono dos (S2).	69

Figura 20	Ruta 4 subpoligono dos (S2).	70
Figura 21	Ruta 5 subpoligono dos (S2).	71
Figura 22	Ruta 6 subpoligono dos (S2).	72
Figura 23	Ruta 7 subpoligono dos (S2).	73
Figura 24	Ruta 8 subpoligono dos (S2).	74
Figura 25	Ruta 1 subpoligono tres (S3).	75
Figura 26	Ruta 2 subpoligono tres (S3).	76
Figura 27	Ruta 3 subpoligono tres (S3).	77
Figura 28	Ruta 4 subpoligono tres (S3).	78
Figura 29	Ruta 5 subpoligono tres (S3).	79
Figura 30	Ruta 6 subpoligono tres (S3).	80
Figura 31	Ruta 7 subpoligono tres (S3).	81
Figura 32	Ruta 8 subpoligono tres (S3).	82
Figura 33	Ruta 9 subpoligono tres (S3).	83
Figura 34	Ruta 1 subpoligono cuatro (S4).	84
Figura 35	Ruta 2 subpoligono cuatro (S4).	85
Figura 36	Ruta 3 subpoligono cuatro (S4).	86
Figura 37	Ruta 4 subpoligono cuatro (S4).	87
Figura 38	Ruta 5 subpoligono cuatro (S4).	88

Lista de Cuadros

	pág.
Cuadro 1. Antecedentes.	22
Cuadro 2. Referencias Legales.	37
Cuadro 3. Clientes de la empresa.	44
Cuadro 4. Información de la base de datos validada.	46
Cuadro 5. Información de la base de datos con las coordenadas de los clientes.	48
Cuadro 6.. Características de los drones propuestos.	49
Cuadro 7. Información de la base de datos con la latitud y longitud de cada cliente.	54
Cuadro 8. Cliente del Polígono G.	65

Lista de Anexos

	pág.
Anexo 1. Encuesta	99
Anexo 2. Geolocalización	100
Anexo 3. Base de datos con las coordenadas de los clientes.	101
Anexo 4. Programación	107

Introducción

El incumplimiento de la promesa de servicio en la distribución y entrega de medicamentos en Colombia es un problema que contiene diferentes elementos causales, principalmente generados por los actores que integran la cadena, medios tecnológicos y el desbalance entre oferta y demanda de productos. Las organizaciones del sector salud han tomado medidas para mejorar sus operaciones de almacenamiento, distribución y entrega, incorporando estrategias encaminadas a satisfacer la demanda de productos en los centros minoristas al menor costo posible y con el mínimo tiempo de entrega; sin embargo, la dinámica del mercado, la proliferación de intermediarios y precios asociados al detalle, hacen que la distribución tenga inconvenientes en la efectiva entrega en punto, cantidad, precio y destinatario.

Otras entidades con modelo tercerizado tienen múltiples problemas: compra directa de medicamentos no incluidos en el cuadro básico, incumplimiento de proveedores y escasez de insumos en los laboratorios que proveen a la empresa, (S, RH, & O, 2011).

Con lo anterior, diferentes organizaciones a nivel mundial y en particular Colombia han venido incorporando a sus procesos operativos, administrativos y normativos nuevas tecnologías y filosofías encaminadas a mejorar el sistema de salud; según el Institute for healthcare Informatic (IMS), entre 2015 y 2020 se verá surgir una oleada de innovación a partir de la investigación y desarrollo tecnológico en la industria farmacéutica, así como una gama de transformaciones habilitadas por tecnología que ampliarán la base de pruebas para las intervenciones y aportar mejoras cuantificables a los resultados en salud para 2020 (Castrillón, 2018).

La presente investigación, tiene como propósito emplear tecnologías UAV (unmanned aerial vehicle), para la distribución de medicamentos en la ciudad de San José de Cúcuta se utilizan

herramientas tecnológicas como Google Maps, a partir, de la geolocalización y ubicación de los clientes obtenidos de las bases de datos que proporciona la empresa, como geopunto se ubica (STRAPFARMA S.A.S.), aplicando el método de la mediatriz para hacer la malla y la configuración de la grilla considerando el sentido y dirección y la zona objeto de estudio, para realizar los ruteos empleando un Dron a los minoristas identificados, incorporando variables de cantidad, demanda, tiempo y costo.

Al finalizar, el proyecto de investigación expondrá la macro localización y distribución de medicamentos para las zonas determinadas; empleando técnicas de ingeniería, a través de un modelo de distribución, buscando la mayor cobertura y nivel de servicio.

1. El Problema

1.1 Título

MODELO DE RUTEO PARA LA DISTRIBUCIÓN DE MEDICAMENTOS INCORPORANDO TECNOLOGÍAS UAV (UNMANNED AERIAL VEHICLE) EN STRAPFARMA ALMACENADORA DE MEDICAMENTOS Y SUMINISTROS MÉDICOS S.A.S.

1.2 Planteamiento del Problema

Hace un par de décadas la baja cobertura del aseguramiento era el mayor reto del Sistema General de Seguridad Social en Salud (SGSSS) colombiano. En 1993 sólo una cuarta parte de la población tenía algún tipo de protección financiera en salud. El aseguramiento de la población más pobre y en las zonas rurales era incipiente. La baja cobertura se traducían en menor acceso. En contraste, una mayor cobertura amplía el acceso a los servicios de salud de los más pobres y contribuye al cierre de las brechas sociales. Hoy, casi la totalidad de los habitantes de Colombia hacen parte del sistema de salud. Según los registros administrativos de la Base de Datos Única de Afiliados (BDUA) y las proyecciones de población del Departamento Administrativo Nacional de Estadística-DANE, para 2017 el 95% de la población en Colombia (cerca de 47 millones de personas) contaba con afiliación a salud, cifra considerada como una cobertura prácticamente universal. En el régimen subsidiado el número de afiliados alcanzó 22 millones, en el régimen contributivo 22,2 millones y existe un estimado de 2,3 millones de personas ubicadas en los regímenes exceptuados, (Minsalud, 2018).

Esta problemática, se presentada en la ciudad de San José de Cúcuta, más frecuentemente

en personas que no se pueden movilizar fácilmente, debido a discapacidad física, enfermedades oncológicas o de alto riesgo. La insatisfacción e inconformidad de los usuarios, se centra en que la atención es deficiente por parte de los funcionarios, al entregar los medicamentos y prestar el servicio. En la figura 1 se aprecia los niveles de desempeño de la entrega de medicamentos de los regímenes contributivo y subsidiado.

Tabla 1

Calificación de los componentes de acceso a los servicios según componentes y régimen.

Ciudad Cúcuta	Régimen		General
	Contributivo	Subsidiado	
Lugar de entrega de medicamentas	98,47	97,41	98,07
Acceso por costo de bonos	87,84	73,84	85,94
Autorización de cirugías	87,86	68,01	82,45
Autorización de imágenes diagnosticas	79,64	75,07	78,67
Autorización con médico especialista	76,16	68,14	73,53
Autorización de exámenes de laboratorio	64,83	72,55	67,22
Atención en urgencias	68,51	60,44	65,63
Información sobre servicios	28,21	85,49	48,72
Información sobre rol de prestadores	25,54	83,99	46,86
Entrega de medicamentos	38,70	60,11	46,42
Invitación a programas de promoción y prevención	12,50	-	12,50
Acceso a servicios	52,18	78,00	61,60

Nota.: Editado de (Villegas, 2005)

La entrega de medicamentos es uno de los puntos neurálgicos del sistema y la calificación, nuevamente (como en el año 2003), no sobrepasa el límite aceptable. En efecto, solamente el 51,63% de los usuarios a quienes se les entregaron medicamentos, manifiestan haberlos recibido todo el mismo día; los demás (47,44%) acusaron problemas: entregas en diferentes días, entregas parciales o simplemente falta de entrega; para aquellos usuarios a quienes se les entregaron los medicamentos parcialmente, la mayoría manifiesta que este faltante nunca fue entregado, teniendo que comprarlo de su bolsillo (Villegas, 2005).

Si se sigue presentando el mal funcionamiento de entregas, continuara la mala atención y distribución de medicamentos al no ser aplicada ninguna estrategia se presentarán algunas

consecuencias mencionadas, debido que, al implementarse, los medicamentos serían más asequibles a los usuarios.

1.3 Formulación del Problema.

¿Cómo mejorar la distribución de medicamentos en el STRAPFARMA almacenadora de medicamentos y suministros médicos S.A.S., en la ciudad de San José de Cúcuta, con la finalidad de brindar un mejor servicio de salud?

1.4 Justificación

1.4.1 A nivel de la empresa

El sistema de salud en la ciudad de San José de Cúcuta presenta algunas deficiencias, porque no cumple con los estándares establecidos en relación con otras ciudades, para prestar un servicio adecuado a personas con enfermedades oncológicas, terminales y discapacidad física; además, su servicio de urgencias no tiene la capacidad suficiente para responder a las necesidades de los ciudadanos. Las ciudades de Villavicencio, Cúcuta, Bucaramanga, Bogotá y Medellín presentan los niveles más críticos en la atención de urgencias al no tener puntajes superiores a 60 (Villegas, 2005).

El modelo expuesto en este documento, busca mejorar la distribución de medicamentos en la empresa STRAPFARMA almacenadora de medicamentos y suministros médicos S.A.S., debido a que es un inconveniente que se ha presentado en los diferentes centros de salud, generando largos periodos de espera, y dificultades en la entrega de medicamentos; por medio de dispositivos aéreos no tripulados, se espera ayudar a la comunidad de las zonas afectadas a tener un mejor servicio, y acceder a los medicamentos necesarios, de manera más fácil y rápida.

1.4.2 A nivel del estudiante

Como finalidad, se busca aplicar todos los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería Industrial, en las diferentes áreas de conocimiento y en el caso particular de logística, para contribuir al sistema de salud actual, por medio de la entrega oportuna de medicamentos en la ciudad de San José de Cúcuta usando vehículos aéreos no tripulados. Esto hace que se fortalezca el perfil profesional de las autoras de la siguiente propuesta.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Diseñar un modelo de ruteo para la distribución de medicamentos en STRAPFARMA almacenadora de medicamentos y suministros médicos S.A.S., en la ciudad de San José de Cúcuta empleando modelamiento matemático e incorporando tecnologías UAV para la mejora de los tiempos, costos y cantidades del servicio.

1.5.2 Objetivos Específicos

Diagnosticar la situación actual en la entrega de medicamentos en la ciudad de San José de Cúcuta, identificando las variables, restricciones y parámetros, a través de un trabajo de campo, tomado como referencia STRAPFARMA almacenadora de medicamentos y suministros médicos S.A.S.

Desarrollar un modelo de ruteo para la distribución de medicamentos mediante el uso de dispositivos UAV en el STRAPFARMA almacenadora de medicamentos y suministros médicos S.A.S. empleando modelamiento matemático y técnicas de ingeniería.

Validar el modelo a través de una prueba experimental computacional apoyada por software libre Logware©® y/o Google maps©® confirmando la funcionalidad de la propuesta.

2. Marco Referencial

2.1 Antecedentes

Por medio del siguiente cuadro muestra cuales son los antecedentes referentes a la investigación a nivel nacional e internacional

Cuadro 1

Antecedentes.

Titulo	Descripción	Nivel	Autores	Fuente	Aporte
Aplicaciones de vehículos aéreos no tripulados en la logística (2019)	En este artículo, se revisan algunas de las aplicaciones de los drones en la cadena de suministro las cuales se han extendido a diferentes sectores desde estudios que combinan el uso de drones y camiones para la entrega eficiente de productos hasta aspectos relacionados con el monitoreo y análisis de sectores como la agroindustria. La aplicación de drones es sin duda una de la principal innovación presente que revolucionara el futuro de la logística a lo largo de la cadena de suministro. Además, mediante vehículos aéreos no tripulados es posible entregar de forma rápida productos a los clientes, eliminando los tiempos de espera y los costos de operación comparados con el uso tradicional de los modos de transporte principalmente los que se realizan vía terrestre.	Internacional	Granillo Macías, R González Hernández, I J Simón-Marmolejo, I Santana Robles, F	Vol. 6 Núm. 12 (2019): Ingenio y Conciencia Boletín Científico de la Escuela Superior Ciudad Sahagún	Este proyecto contribuye debido a que explica la aplicación de UAV en diferentes campos y la relación que tiene con la logística debido a su mejora en tiempo y costos.
Vehículos aéreos no tripulados para uso civil. Tecnología y aplicaciones. (2007)	Los vehículos aéreos no tripulados, permiten el desarrollo autónomo de diferentes tipos de misiones que cubren desde los sectores de defensa y seguridad a los de agricultura o medio ambiente. Este documento se dan diferentes aplicaciones de los drones tales como: inspección de infraestructuras, de obras civiles, vigilancia de fronteras, supervisión de tráfico, patrulla marítima, agricultura, entre otras.		A. Barrientos J. del Cerro P. Gutiérrez R. San Martín A. Martínez C. Rossi	Grupo de Robótica y cibernética. Universidad Politécnica de Madrid.	Este proyecto va más allá, muestra cómo se podría utilizar o expandir de una manera más profunda las diferentes aplicaciones
Drones ¿La Clave para el Desarrollo y la Seguridad en África? (2018)	Los drones, que nacieron para uso militar hacen más de tres décadas, han provocado una auténtica revolución y se convertirán en parte de nuestra vida cotidiana durante los próximos años. Pero es en África donde se está llevando a cabo un desarrollo exponencial debido a las grandes deficiencias, cuando no ausencia, en sectores como la sanidad, el agroalimentario, y, por supuesto, la seguridad. En suma, los drones pueden ser, y de hecho lo son, grandes impulsores del desarrollo, en un continente que necesita un nuevo «Plan Marshall»		Mora Tebas, J	Instituto Español de estudios estratégicos	Los drones se han expandido a muchos espacios y en la entrega de medicamentos ayudara porque desarrollaría el problema, mejorando la atención y distribución.
Diseño e Implementación de un	En el presente trabajo de grado se realizó el diseño y la implementación de un prototipo de máquina dispensadora portable	Nacional	Pulido Porras, C J	Repositorio Universidad Distrital	Aporto una distribución mucho

Prototipo de Máquina Dispensadora Portable de Medicamentos para Personas con Enfermedades Crónicas (2016)	de medicamentos, de bajo costo, que permite la programación de los horarios mediante una aplicación móvil comunicándose por medio de tecnología Bluetooth con un prototipo dispensador de medicamentos el cual puede albergar tres tipos de medicamentos, de los más en enfermedades crónicas identificados según el Instituto Nacional de Salud en Colombia. El dispositivo cuenta con un sistema de alarmas lumínicas, sonoras y vibratorias las cuales se encargan de informar al usuario del momento de ingerir el medicamento respectivo de acuerdo con la programación realizada en la aplicación. Se diseña la presentación final del prototipo mediante programas especializados para el modelamiento 3D. Al final se realizan las conclusiones y las posibles propuestas para mejoras en diseños futuros.		Pinzón Salas, M C	de Caldas	más fácil de los medicamentos además de su organización
Empleo de las aeronaves no tripuladas en Colombia (2015)	Este proyecto pretende determinar las características necesarias para el empleo y operación segura y sostenible de los sistemas aéreos no tripulados como un componente del transporte aéreo en Colombia. Esta investigación desarrolla todos los factores influyentes que implican los diferentes escenarios para el eficiente desarrollo y puesta en marcha de nuevas alternativas en beneficio de la humanidad. A esto se le adiciona el desarrollo industrial en todos los sectores en los que tienen alcance los sistemas aéreos no tripulados en un país en desarrollo continuo, principalmente en la evaluación de nuevas tecnologías orientadas tanto a la actividad aeronáutica civil como de estado en general.		Varón Arenas, Y A	Repositorio Universidad Militar Nueva Granada (Bogotá)	Complementa con la información la manera en cómo se usan los UAV para el transporte en este caso de algunos medicamentos
Localización de instalaciones y ruteo de personal especializado en logística humanitaria post-desastre - caso inundaciones (2015)	La cadena de suministro en la logística humanitaria puede describirse como una red de personal voluntariado y especializado que interactúa con un conjunto de bienes y servicios, esto con el propósito de satisfacer la demanda de la población afectada por una inundación repentina. Este trabajo se enfoca en determinar propuestas de solución para el problema de localización de un punto de distribución y múltiples albergues considerando el riesgo de inundación asociado a la zona, además del problema de ruteo del personal especializado que permita aliviar las calamidades médicas y psicológicas entre otras presentes en la población afectada en una situación post-desastre. El objetivo de este artículo es proporcionar un modelo funcional para diseñar de manera estratégica la red instalaciones, además coordinar el suministro de servicios requeridos por la población en el menor tiempo posible. Se toma como caso de estudio la inundación que sufrió el municipio de Santa Lucía en el departamento del Atlántico, Colombia en 2010.		Reyes Rubiano, L S	Repositorio Universidad de la Sabana	Aporta una guía para realizar un ruteo y poder distribuir bienes y servicios.

<p>Resolucion Numero 04201 de fecha 27 de diciembre de 2018</p> <p>Fuente especificada no válida.</p>	<p>La Resolución No. 04201 del 27 de Diciembre de 2018, tiene como propósito ampliar la información e impartir instrucciones de cumplimiento en referencia a los requisitos de Aeronavegabilidad y Operaciones necesarios para inscripción de explotadores, operadores y equipos, y para solicitar permiso para realizar vuelos de UAS, de acuerdo a lo establecido en el apéndice 13 de los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia (RAC 91), en lo relacionado con la realización de operaciones de Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia - RPAS en Colombia.</p>		<p>Ministerio de Transporte</p>	<p>Unidad Administrativa especial de aeronáutica civil</p>	<p>Informa sobre la normatividad y aspectos legales a tener en cuenta</p>
--	--	--	---------------------------------	--	---

2.2 Marco Teórico

2.2.1 Logística

La Logística y cadena de suministros, es un conjunto de actividades funcionales (transporte, control de inventario, etc.), que se repiten muchas veces a lo largo del canal de flujo, mediante las cuales, la materia prima se convierte en productos terminados y se añade valor para el consumidor. Dado que las fuentes de materias primas, las fábricas y los puntos de ventas, normalmente no están ubicados en los mismos lugares y, el canal de flujo representa una secuencia de pasos de manufactura, las actividades de logística se repiten muchas veces antes de que un producto llegue a su lugar de mercado; incluso entonces, las actividades de logística se repiten una vez más, cuando los productos usados se reciclan en el canal de la logística, pero en sentido inverso (Ballou, 2004).

2.2.2 Distribución

No cabe duda de que, dentro de la logística de distribución, la gestión de transporte constituye, hoy en día, uno de los aspectos más complejos y variopintos a tratar. Se puede afirmar, en términos muy generales, que, dentro de los costes de distribución comercial, el transporte físico de mercancías representa en torno a un 40%, lo que da una idea de su importancia económica y su repercusión en el margen comercial (Tejero, 2015).

2.2.3 Geolocalización

El concepto considera que todas las entidades geográficas, junto a sus atributos asociados, tienen una ubicación específica en el espacio geográfico. Esta puede ser vista de dos formas

complementarias. Si se la relaciona al espacio absoluto, corresponde a un sitio específico y fijo de emplazamiento sobre la topografía local, y si se la relaciona al espacio relativo, corresponde a una posición específica y cambiante, respecto de otros sitios con los cuales pueden establecerse vínculos funcionales. El sitio se encuentra referenciado a un sistema de coordenadas; estas pueden ser geográficas en latitud y longitud, que no cambian con el tiempo, a partir del cual se asignan valores específicos de localización (Buzai & Baxendale, 2014).

2.2.4 Ruteo

El ruteo de paquetes en una red de computadoras móviles presenta un desafío de investigación. Esto se debe a que este tipo de redes carece de una infraestructura física, debido a la movilidad constante de las máquinas que la componen. Esta característica inhibe el uso de los algoritmos de ruteo tradicionales y motiva el desarrollo de nuevas estrategias que, permitan el intercambio eficiente de paquetes. Los avances tecnológicos han posibilitado el desarrollo de métodos de ruteo teóricos, que se basan en la utilización de información geográfica, para encontrar el camino entre un nodo origen y otro destino. Algunos de estos algoritmos pertenecen al campo de la Geometría Computacional y son de mucha importancia, porque utilizan escasos recursos y proponen una solución elegante al problema del envío y recepción de paquetes en una red móvil (Hernández Peñalver, Berón, & Gagliardi, 2005).

2.2.5 Planeación

La planeación, es una actividad genérica que tiende a la asignación y distribución de recursos, en procura de alcanzar un objetivo. La planificación es una actividad de análisis que

tiende a ir de lo general a lo particular; en este sentido, se convierte en principio, en un proceso fundamentalmente analítico (Pastor, 2011).

2.2.6 Distribución logística

El despliegue de enjambres de vehículos aéreos no tripulados (UAV) en los sistemas de entrega, aún está en su infancia, con respecto a las normas y reglamentos de tecnología, seguridad y aviación. El uso óptimo de los UAV en entornos dinámicos es importante en muchos aspectos; por ejemplo, aumentar la eficacia y reducir el tráfico aéreo, lo que resulta en un entorno más seguro, y requiere nuevas técnicas y enfoques sólidos basados en las capacidades de los UAV y sus limitaciones. (Kuru, Ansell, Khan, & Yetgin, 2019).

2.2.7 Dispensación de medicamentos

La distribución de medicamentos en España se articula mayoritariamente alrededor de las 20.000 oficinas de farmacia (OOF) independientes radicadas en el territorio. Esta situación contrasta con la de otros países, en que otros proveedores sanitarios desempeñan un papel primordial en la dispensación de fármacos, o con la de aquellos cuyas farmacias forman parte de conglomerados industriales o cadenas empresariales.

Se presenta una descripción de la cadena de distribución del medicamento española – mayoristas y OOF–, destacando 5 aspectos relevantes para la consideración de alternativas: titularidad de la farmacia y actuación profesional, criterios de radicación, monopolio de dispensación, concierto automático con el Sistema Nacional de la Salud (SNS) y sistema de retribución. Se consideran algunas alternativas existentes en países de nuestro entorno: distribución a distancia, venta de especialidades farmacéuticas publicitarias en establecimientos

distintos de las OOFF, constitución de cadenas farmacéuticas, dispensación por proveedores, repercusiones de la prescripción electrónica y las posibilidades de la aún emergente atención farmacéutica. Asimismo, se revisan las características de los sistemas de retribución de las farmacias. (Meneu, 2002).

2.2.8 Recursos

En la industria de servicios, es muy importante sincronizar el tiempo de uso de los diferentes tipos de recursos; puede ser que, en algunos casos, para la ejecución de cierta actividad sea necesario tener dos o tres diferentes clases de recursos disponibles al mismo tiempo (Riveros, Paola, Silva, & Pablo, 2007).

2.2.9 Tecnologías UAV

Los rápidos desarrollos tecnológicos en vehículos aéreos autónomos no tripulados (UAV o dron) y, una legislación en evolución, pronto abrirán el camino para su implementación a gran escala, en la entrega de productos de la última milla. El uso de dron podría disminuir drásticamente los costos de mano de obra y se ha promocionado como un posible recurso para la industria de entrega de paquetes. Los minoristas en línea y las empresas de entrega, como Amazon, ya están presentando patentes para el desarrollo de centros de cumplimiento de varios niveles para vehículos aéreos no tripulados o "colmenas de drones", que permitirían el despliegue de esta tecnología dentro del entorno construido. En los últimos años, se ha llevado a cabo una gran cantidad de investigación sobre el uso potencial de drones para la entrega de paquetes, principalmente en el área de optimización logística (Aurambout, Gkoumas, & Ciuffo, 2019).

2.2.10 Dron

El surgimiento y uso de tecnologías avanzadas en el comercio actual, se ha convertido gradualmente en una práctica habitual, y la introducción de armas más modernas, incluidos los UAV, en las operaciones militares, no es un desafío nuevo en la historia de los conflictos armados. Los resultados provisionales de la investigación sobre las actitudes hacia el uso de drones han resaltado una serie de contradicciones en las leyes y políticas nacionales e internacionales y revelaron una cierta inconsistencia en las actitudes de los encuestados, causada en parte por el ancho diferente de las ventanas de Overton dedicadas al dron (Burukina & Khavanova, 2020).

2.3 Marco Conceptual

2.3.1 Logística

La logística, es "una función operativa importante, que comprende todas las actividades necesarias para la obtención y administración de materias primas y componentes, así como el manejo de los productos terminados, su empaque y su distribución a los clientes" (Ferrel, Hirt, Ramos, Adrianséns, & Flores, 2004).

La logística, es "el proceso de administrar estratégicamente el flujo y almacenamiento eficiente de las materias primas, de las existencias en proceso y de los bienes terminados del punto de origen al de consumo" (Lamb, Hair, & McDaniel, 2002). La logística, es "el movimiento de los bienes correctos en la cantidad adecuada hacia el lugar correcto en el momento apropiado" (Franklin, 2004).

2.3.2 Distribución

La distribución, es una de las subfunciones del marketing, que se encarga de la organización de todos los elementos incluidos en la vía que une el fabricante con el usuario final (Marketing, 1999). La distribución, es el acto de hacer que los productos estén disponibles para los clientes en las cantidades necesarias (Ferrel, Hirt, Ramos, Adrianséns, & Flores, 2004). La distribución, comprende las estrategias y los procesos para mover los productos desde el punto de fabricación hasta el punto de venta (Fleitman, 2000).

2.3.1 Geolocalización

La geolocalización, es una de las herramientas utilizadas por los geógrafos, para situar a las personas u objetos en el espacio, mediante sus coordenadas y que ha cobrado una nueva dimensión a partir de la aparición de Internet y de los dispositivos móviles. Paralelamente, se ha desarrollado el fenómeno de compartir información desde cada lugar e individuo en lo social media (medios sociales) (Beltrán López, 2014). La geolocalización permite asociar contenidos digitales (imágenes, vídeos, audios, etc.) a una ubicación geográfica física y esta puede ser activada mediante un dispositivo móvil (Begoña & Miravalles, 2013).

La geolocalización, es una tecnología que en la actualidad se encuentra en boga, siendo utilizada en el sector automotriz, aplicaciones móviles, redes sociales, entre otros ámbitos, Donde se hace referencia al conocimiento de la ubicación geográfica de un objeto de manera automática. También denominada georreferenciación, se trata de un conjunto organizado de hardware y software, más datos geográficos, que se encuentra diseñado especialmente para capturar, almacenar, manipular y analizar en todas las posibles formas, la información geográfica referenciada, con la clara misión de resolver problemas de gestión y planificación (Robles, 2015).

2.3.2 Planeación

La planeación es considerada como una disciplina con amplia y decisiva implicación para el campo de la educación (Frank, 2006). La planeación representa, al mismo tiempo, un reto y una relevante oportunidad para la internacionalización de la educación superior en el actual mundo globalizado (WENDE, 2007). La planeación es el plan estratégico de la empresa. La estrategia dirige el proceso de planeación, al establecer las directrices del desarrollo global de la empresa y sus objetivos de crecimiento (Fernandez, 2003).

2.3.3 Recursos

Se denomina recursos, a aquellos elementos que aportan algún tipo de beneficio a la sociedad. En economía, se llama recursos, a aquellos factores que combinados son capaces de generar valor en la producción de bienes y servicios. Estos, desde una perspectiva económica clásica, son capital, tierra y trabajo (Duarte, 2008).

Decreto 1011 de 2006: Esta norma define el Sistema Obligatorio de Garantía de la calidad, de la atención de salud del Sistema General de Seguridad Social en Salud. Con relación a la prestación de los servicios de Salud, define como instituciones a los grupos de práctica profesional que cuentan con infraestructura física para prestar servicios de salud. Especifica los requerimientos para la habilitación, como son las condiciones de capacidad tecnológica y científica, de suficiencia patrimonial y financiera y de capacidad técnico-administrativa; así mismo menciona como es el registro especial y el proceso de auditoría. Un recurso, por otra parte, es un medio de cualquier clase que contribuye a lograr aquello que se pretende (Merino., 2010).

2.3.4 Tecnologías UAV

Las plataformas de vehículos aéreos no tripulados (UAV) son hoy en día una valiosa fuente de datos para inspección, vigilancia, mapeo y problemas de modelado 3D. Como los UAV pueden considerarse una alternativa de bajo costo a la fotogrametría aérea tripulada clásica, se introducen nuevas aplicaciones en el dominio de corto y corto alcance. Los UAV rotativos o de ala fija, capaces de realizar la adquisición de datos fotogramétricos con cámaras digitales amateur o SLR, pueden volar en modo manual, semiautomático y autónomo. Siguiendo un flujo de trabajo fotogramétrico típico, se pueden producir resultados 3D como modelos digitales de superficie o terreno, contornos, modelos 3D texturizados, información vectorial, etc., incluso en áreas extensas (Francesco & Remondino, 2014).

El desarrollo de vehículos aéreos autónomos o no tripulados (UAV), es de gran interés para muchas organizaciones gubernamentales y militares de todo el mundo, un aspecto esencial de la autonomía de los UAV es la capacidad para la planificación automática de rutas (Roberge, tarbouchi, & labonté., 2012). Una técnica automatizada para generar mosaicos geo rectificadas, a partir de imágenes de vehículos aéreos no tripulados (UAV) de ultra alta resolución, basada en la estructura de nubes de puntos de movimiento (SfM) (Darren Turner, 2012).

2.3.5 Dron

Se describe un vehículo aéreo no tripulado e incluye una computadora transportada por el vehículo aéreo no tripulado, para controlar el vuelo del vehículo aéreo no tripulado y al menos un sensor. Se hace que el vehículo aéreo no tripulado vuele un patrón específico dentro de una instalación, reciba datos del sensor de un sensor transportado por el vehículo, aplique el procesamiento a los datos del sensor para detectar un nivel inaceptable de diferencias de

características detectadas en las características contenidas en los datos del sensor, determine una nueva instrucción de vuelo para el vehículo basada en el procesamiento; y envíe la nueva instrucción de vuelo para el vehículo a un sistema para controlar el vuelo del vehículo (EE.UU Patente nº Solicitud de patente de EE. UU. 14 / 516,651, 2016).

La sigla Dron, que traduce: (zángano), Aeronave no tripulada, robot aéreo entre otros, el término se adaptó para el lenguaje español, pero en realidad, su nombre original en idioma inglés es: UAV “Unmanned Aerial Vehicle” o UAS “Unmanned Aerial System”. Inicialmente, estos dispositivos fueron diseñados para uso militar, ya que permiten hacer misiones de vuelo sin tripulantes guiados a control remoto desde tierra sin sacrificar la seguridad de un piloto; este sistema se ha utilizado en varios conflictos bélicos para hacer ataques muy silenciosos y rápidos con misiles, bombas, rastreadores y otros sistemas de espionaje para infiltración de tropa o lanzamiento de artillería. También se usa para hacer vuelos de reconocimiento en zonas hostiles, con presencia de tóxicos, contaminantes, peligro biológico, seguimiento de vehículos en tierra agua y aire, también para control de fronteras. (Colorado, 2015) Se puede definir un dron como un vehículo que se controla por control remoto, que para elevarse utiliza la fuerza de giro de sus motores unidos a las hélices (Universidad Internacional de Valencia, 2018).

2.3.6 Dispensación de medicamentos

La dispensación es un acto profesional propio de los farmacéuticos desde tiempos remotos y constituye una serie compleja de acciones que mejoran el uso correcto y seguro de los medicamentos (Ganen, Millian, Carbonell, & Cabrera, 2017). La dispensación, es el acto por el cual, el farmacéutico entrega un medicamento prescrito por un médico a un paciente concreto. Este acto profesional incluye también la aportación de la información necesaria para que el paciente

obtenga el máximo beneficio del medicamento, así como un seguimiento por parte del farmacéutico durante todo el tratamiento (López, 2017).

2.3.9 Ruteo

El ruteo, es la selección del camino de conexión entre los diferentes bloques lógicos (Aparicio & Ponluisa, 2014). El ruteo, es un aspecto operacional modificado varias veces en un tiempo corto (Escobar & Linfati, 2012). En el problema de transporte es necesario determinar el tipo de recurso a utilizar, la cantidad y las rutas a seguir, lo que se denomina problema de ruteo (Gonzalez & Gonzalez, 2006).

2.4 Marco Contextual

El Sistema General de Seguridad Social en Salud (SGSSS) de Colombia fue creado en el año de 1993 (Ley 100). Es un sistema de salud de competencia regulada, basado en la mezcla pública privada y mercado-regulación, cuyas principales fuentes de financiamiento son las cotizaciones de empleados y empleadores, que financian el régimen contributivo, y los recursos fiscales obtenidos por medio de impuestos generales, que financian el régimen subsidiado (Calderón, Agudelo, Botero, Bolaños, & Martínez, 2013).

Los prestadores se constituyen legalmente en IPS públicas o privadas. Pueden ser, desde médicos individuales, hasta grandes hospitales o clínicas. Para efectos del registro especial de prestadores de servicios de salud (REPSS), establecido en el Decreto 1011 de abril 3 de 2006, las IPS son los grupos de práctica profesional que cuentan con infraestructura física para prestar servicios de salud. Una IPS puede tener más de una sede. El profesional independiente, es toda

persona natural egresada de un programa de educación en salud y con facultades para actuar de manera autónoma en la prestación del servicio de salud. En 2010 había un total de 46 358 prestadores de servicios de salud según el REPSS.16 De éstos, 10 390 eran IPS (9 277 privadas y 1113 públicas), 34 933 eran profesionales independientes, 341 eran de transporte especial (ambulancias) y 694 tenían un objeto social diferente (Ramiro Guerrero, 2013).

La situación actual de la salud en Colombia es deficiente, porque no cuenta con tecnología de alta calidad, baja cantidad de recursos y personal calificado, infraestructura inadecuada, los largos tiempos de espera para acceder a médicos especializados, urgencias, medicamentos, la inconformidad de las personas hacia el servicio de salud en Colombia es alta. Se destaca en particular, el hecho que 82.7% de las personas (intervalo 81.2- 84.2), una proporción inferior a la media nacional (84.3%), encontró oportunos los servicios provistos por las entidades de seguridad social (Freddy Velandia, 2001).

(STRAPFARMA, 2020) STRAPFARMA almacenadora de medicamentos y suministros médicos S.A.S. Es una empresa orientada al sector salud desde su fundación en el año 2014, ubicada en la calle 10 #9e-46 la Riviera; Al largo de estos años se ha dedicado a la Importación, Comercialización y Distribución de Insumos y Equipos Médicos con una clara Visión de responsabilidad social que involucra esta actividad económica. Con su experiencia y sólidas alianzas con proveedores ofrecemos a los clientes productos de alta calidad y tecnología, que satisfacen sus necesidades, distribuyéndolos con altos niveles de planificación en todo el territorio de Norte de Santander. Cuenta con una organización moderna y un equipo de profesionales capaces y dedicados, perseverantes en el crecimiento continuo de la empresa.

Misión. Satisfacer los requerimientos de nuestros clientes mediante la comercialización y

distribución de medicamentos y suministros médicos de gran calidad, contando con laboratorios nacionales de reconocida trayectoria, con un equipo humano calificado y comprometido, con actitud y servicio, asegurando un crecimiento sostenido y rentable.

Visión. Ser la empresa reconocida líder en comercialización de medicamentos y suministros médicos a nivel regional, prestando un servicio de calidad y oportunidad, respondiendo así a las necesidades de nuestros clientes y aportando al mejoramiento de la calidad de vida y desarrollo de nuestra región.

Valores Corporativos. Respeto, Responsabilidad, Profesionalidad, Ética, Creatividad, Trabajo en equipo, Cumplimiento.

Políticas de Calidad. La política de calidad de STRAPFARMA se basa en el cumplimiento de su misión, visión y valores para ofrecerle a los clientes internos y externos insumos médicos con los más altos estándares de calidad que promueve el desarrollo de la empresarial y su participación en la mejora continua de los procesos de distribución y comercialización de los productos.

2.5 Marco Legal

Cuadro 2

Referencias Legales.

Nombre	Definición
Constitución política de Colombia, Artículo 11.	El derecho a la vida es inviolable. No habrá pena de muerte
Constitución política de Colombia, Artículo 49.	La atención de la salud y el saneamiento ambiental son servicios públicos a cargo del estado. Se garantiza a todas las personas el acceso a los servicios de promoción, protección y recuperación de la salud.
Ley 100 de 1993, Libro II	Dirección, organización y funcionamiento del sistema de seguridad social.
Ley 1733 de 2014	Ley Consuelo Devis Saavedra, mediante la cual se regulan los servicios de cuidados paliativos para el manejo integral de pacientes con enfermedades terminales, crónicas, degenerativas e irreversibles en cualquier fase de la enfermedad de alto impacto en la calidad de vida.
Plan Nacional de Salud Pública PNSP. Decreto 3039/2007	Será de obligatorio cumplimiento en el ámbito de sus obligaciones y competencias por parte de la nación, las entidades departamentales, distritales y municipales de salud, las entidades promotoras de salud de régimen contributivo y subsidiado.
Decreto 1011 de 2016	Define el Sistema Obligatorio de Garantía de la calidad, de la atención de salud del Sistema General de Seguridad Social en Salud. Con relación a la prestación de los servicios de Salud, define como instituciones a los grupos de práctica profesional que cuentan con infraestructura física para prestar servicios de salud. Especifica los requerimientos para la habilitación, como son las condiciones de capacidad tecnológica y científica, de suficiencia patrimonial y financiera y de capacidad técnico-administrativa; así mismo menciona como es el registro especial y el proceso de auditoría
Estatuto estudiantil de la Universidad Francisco de Paula Santander. Acuerdo 051 del 2019. Artículo 40	El estudiante que haya cursado y aprobado el 80% de los créditos de su plan de estudios, podrá matricular adicionalmente proyectos académicos en áreas de investigación y extensión, previa aprobación del Comité Curricular del plan de estudios respectivo, con el fin de mejorar su promedio ponderado acumulado, o de iniciar su proyecto de grado.
La Ley 1438 del 19 de enero de 2011	“Por medio de la cual se reforma el Sistema General de Seguridad Social en Salud y se dictan otras disposiciones”, en su capítulo II abre, de manera formal, las puertas para la implementación de RISS en Colombia; las define, les da un ámbito de aplicación y expresa criterios para su conformación. Las redes integradas de servicios de salud se definen como el conjunto de organizaciones o redes que prestan servicios o hacen acuerdos para prestar servicios de salud individuales y/o colectivos, más eficientes, equitativos, integrales, continuos a una población definida, dispuesta conforme a la demanda. Las entidades territoriales, municipios, distritos, departamentos y la Nación, según corresponda, en coordinación con las Entidades Promotoras de Salud a través de los Consejos Territoriales de Seguridad Social en Salud, organizarán y conformarán las redes integradas incluyendo prestadores públicos, privados y mixtos que presten los servicios de acuerdo con el Plan de Beneficios a su cargo.

3. Diseño Metodológico

3.1 Tipo de Investigación

La investigación mixta, implica combinar los métodos cuantitativo y cualitativo en un mismo estudio, El presente trabajo tiene un enfoque de mayor relevancia puesto que como lo señalan (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010), “el enfoque cualitativo utiliza la recolección de datos sin medición numérica para descubrir o afinar preguntas de investigación en el proceso de interpretación.” y el enfoque cuantitativo en la misma línea de pensamiento (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010), argumentan que “el enfoque cuantitativo usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías”.

La investigación descriptiva, busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o, cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis.

De acuerdo con los objetivos planteados para el desarrollo del proyecto, la investigación será considerada exploratoria, se realiza cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes (Hernandez Sampieri, 2014). Integra la investigación cualitativa que brindará información sobre STRAPFARMA almacenadora de medicamentos y suministros médicos S.A.S. y las farmacias de la ciudad San José de Cúcuta, y cuantitativa, para analizar los datos recolectados por medio de las encuestas, y la información dada por la entidad prestadora de salud.

3.2 Población y Muestra

3.2.1 Población

Se define como la totalidad del fenómeno a estudiar, donde las unidades de población poseen una característica común, la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación (Tamayo y Tamayo, 2014). Según lo anteriormente mencionado, la población de estudio para este trabajo son los clientes o droguerías asociadas a STRAPFARMA S.A.S. en la ciudad de San José de Cúcuta.

De acuerdo con (Bencardino, 2011) la población es un conjunto de medidas o el recuento de todos los elementos que presentan una característica en común. El término población se usa para denotar el conjunto de elementos del cual se extrae la muestra, los elementos que integran la población pueden corresponder a personas, objetos o cosas.

$$\Delta P^{t,t+n} = p^{t+n} - p^t$$

3.2.2 Muestra

La muestra referente a este proyecto serán los clientes de la ciudad de San José de Cúcuta, es decir los distribuidores aliados con STRAPFARMA S.A.S. Las variables, según lo planteado en este proyecto, son mixtas, ya que pueden ser cualitativas y cuantitativas.

Por otro lado (Bencardino, 2011) define a muestra como un conjunto de medidas o el recuento de una parte de los elementos pertenecientes a la población, los elementos se seleccionan aleatoriamente, es decir, todos los elementos que componen la población tienen la misma posibilidad de ser seleccionados, se analizaron en total 335 clientes que se encuentran ubicados en la ciudad de san José de Cúcuta.

$$n = \frac{N \times Z_a^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z_a^2 \times p \times q}$$

Z= Nivel de confianza

N= Población-Censo

P= Probabilidad a favor

q= Probabilidad en contra

d= error de estimación

n= Tamaño de la muestra

4. Desarrollo de la Investigación

En el siguiente capítulo se realizará el desarrollo del proyecto, y las actividades que se ejecutaron para darle cumplimiento a los objetivos:

4.1 Diagnóstico de la situación actual

En la empresa Strapfarma el proceso de distribución actual del producto inicia desde el momento en que se recibe una solicitud de pedido por teléfono o directamente en la empresa. A continuación, se anota en un cuaderno el nombre del cliente, la cantidad y la descripción del producto, para luego realizar la facturación y entrega. En el proceso de despacho se alistan los pedidos tan pronto son solicitados, la misma persona que se encarga de tomar el pedido lo alista y despacha, cuando la demanda es alta, los domiciliarios se encargan de ubicar los productos en bodega, se entrega la orden y dirección a las personas encargadas de distribuir el producto, se realiza la entrega de los pedidos que estén en la misma zona o cerca de esta.

Se puede observar en la figura 1 la configuración de la red de Strapfarma, donde encontramos la red de proveedores, la organización y la red de cliente, haciendo énfasis en la relación de la empresa con los clientes porque este es el objeto de estudio de la investigación, es decir la logística de distribución, los clientes están divididos en institucionales y generales, considerando los institucionales como aquellos clientes que nos solicitan gran cantidad de producto.

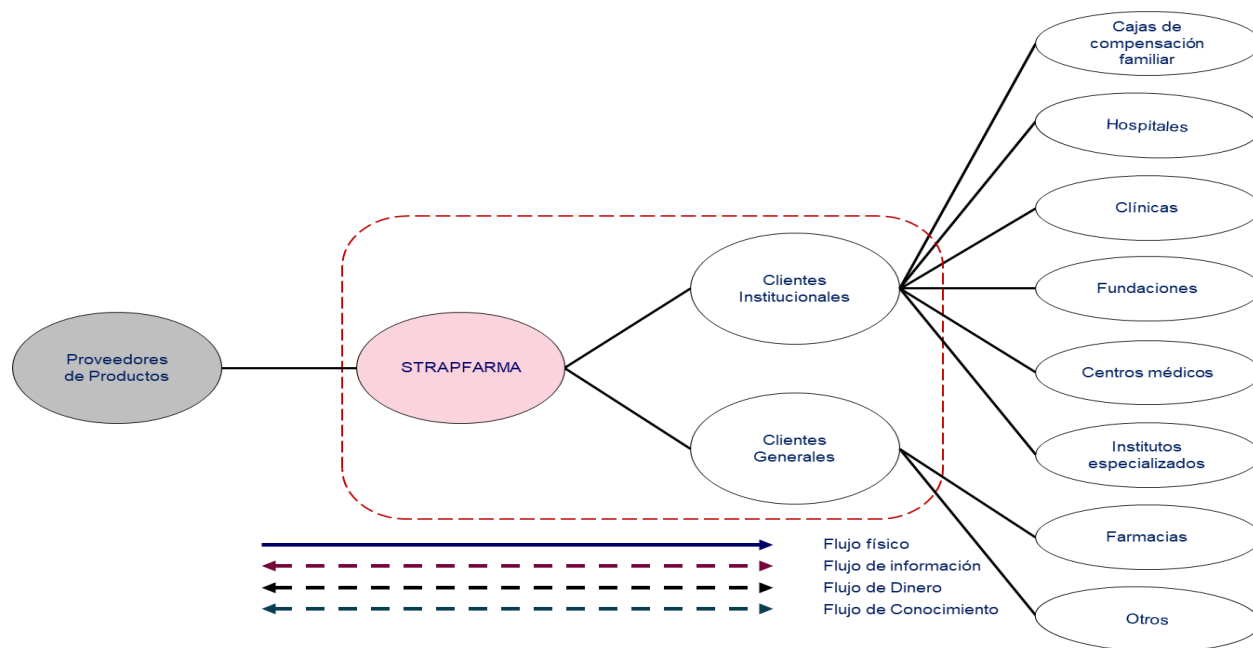


Figura 1. Configuración de la red logística de Strapfarma.

Nota: Basado en Apuntes de Clase (Mayorga T., 2017)

EL depósito de medicamentos no tienen un tiempo estimado de entrega del producto al cliente, se realiza el despacho de pedidos por orden de solicitud, para la rotación de los productos se tiene en cuenta la fecha de vencimiento, se distribuye primero el producto que tenga la fecha más próxima a caducar, la empresa no tiene una política de inventario, por tanto este proceso se lleva a cabo en el momento de abastecer la bodega, ubicando lo productos próximos a vencer de primero, Luego el producto es cargado a cada vehículo, dependiendo de la cantidad se selecciona el tipo de flota que se utilizara para la entrega, actualmente la empresa cuenta con una flota del 80% de motocicletas (domicilios) y 20% en vehículo (automóvil).

La figura 2 se muestra el mapa de actores que provee medicamentos para el análisis primario de la organización, se observa la red de proveedores a nivel nacional y local, los cuales proporcionan productos de carácter farmacéuticos, suministros médicos y complementarios respectivamente, para el ejercicio de la investigación solo se consideran los productos como

medicamentos.

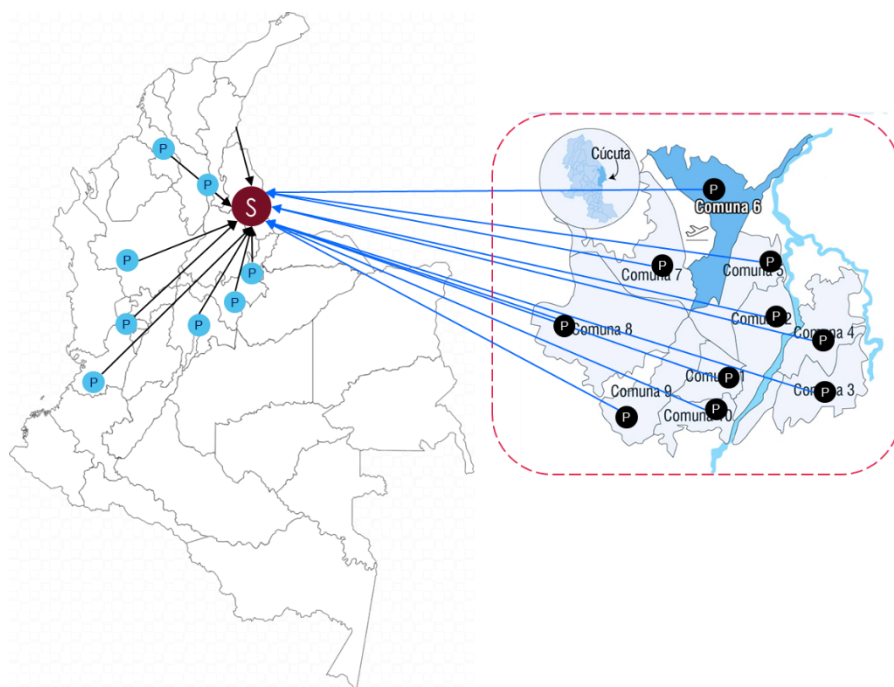


Figura 2. Mapa de proveedores nacionales y regionales.

A continuación, se muestra el paso a paso para el ciclo de entrega (figura 3) que realiza la empresa y la previa solicitud del pedido para que esta fase se pueda dar durante el proceso de distribución. Se conoce la situación actual de la empresa mediante un diagnóstico en el cual se recolecta la base de datos de los clientes que tiene la empresa en el año 2020, Se realiza una entrevista para conocer el proceso de distribución, se verifica y caracteriza la información proporcionada en la que se detalla el tipo de cliente con su ubicación.

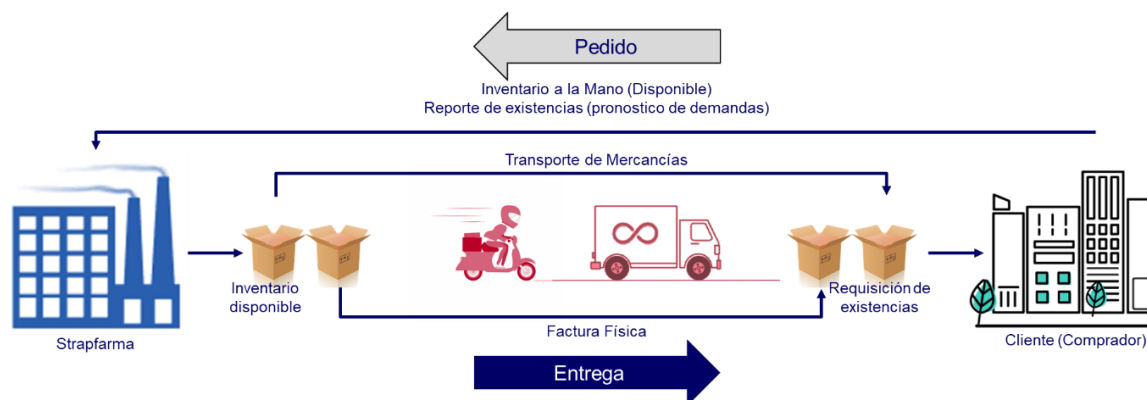


Figura 3. Logística de distribución de la empresa Strapfarma.

Nota: Basado en Apuntes de Clase (Mayorga T., 2017)

De la información proporcionada por la empresa se establece el cuadro 3, donde se muestra la división de los clientes como cajas de compensación, hospitales, clínicas, farmacias, fundaciones, centros médicos, institutos especializados, otros (restaurantes, bancos y clientes minoristas)

Cuadro 3

Clientes de la empresa.

Cajas de compensación familiar
Hospitales
Clínicas
Farmacias
Fundaciones
Centros médicos
Institutos especializados
Otros (Restaurantes, Bancos y clientes minoristas)

Nota: Basado en la base de datos entregada por la empresa.

Se organiza la información, teniendo en cuenta la base de datos suministrada y la cantidad de clientes correspondientes a cada una como se observa en la Tabla 2, se tiene que de los 335 clientes 2 son cajas de compensación familiar, 1 es un hospital, 19 son clínicas, 138 son farmacias, 3 son fundaciones, 22 centros médicos, 34 son institutos especializados y 116 son otros en los

cuales se encuentra restaurantes, bancos, ferreterías, mueblería, constructoras, así como otros clientes minoristas.

Tabla 2

Número de clientes que realizan pedidos a la empresa de Cúcuta.

Tipo de Cliente	Cantidad
Cajas de compensación familiar	2
Hospitales	1
Clínicas	19
Farmacias	138
Fundaciones	3
Centros médicos	22
Institutos especializados	34
Otros (Restaurantes, Bancos y clientes minoristas)	116
Total	335

Nota: Basado en la base de datos entregada por la empresa.

Por medio de la figura 4 se organiza la cantidad de clientes que conforman la base de datos de Strafarma de la siguiente manera: 0.6% cajas de compensación familiar, 0,3% el hospital, 5,7% clínicas, 41,2% farmacias, 0,9% fundaciones, 6,6% centros médicos, 10,1% institutos especializados y 34,6% otros (restaurantes, bancos y clientes minoristas), Como conclusión se deduce que la mayor parte de las ventas que se obtiene en el depósito las realizan las farmacias.

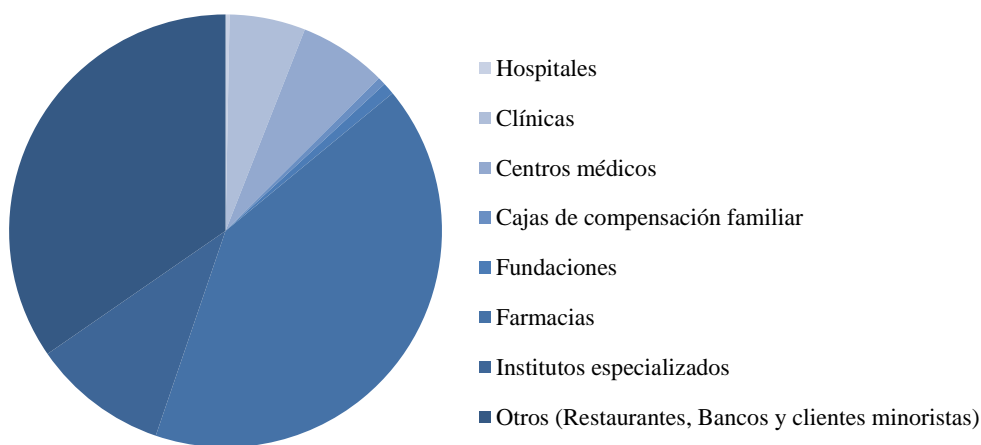


Figura 4. Porcentaje que representa los pedidos de los clientes.

Nota: Basado en la base de datos entregada por la empresa.

Los clientes mayoristas (conformados por las cajas de compensación familiar, hospitales, clínicas, fundaciones, centros médicos, institutos especializados) son en total 81, mientras que los minoristas (conformados por farmacias y otros como restaurantes, bancos, ferreterías, supermercados, almacenes, constructoras entre otros) son en total 254, como se puede analizar en la figura 5.

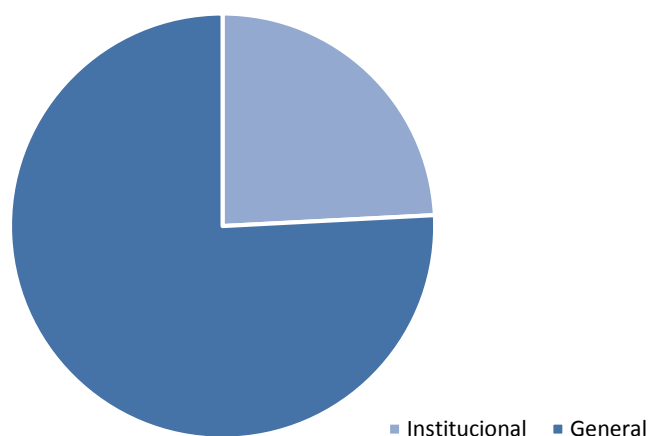


Figura 5. Porcentaje que representan los clientes mayoristas y minoristas.

Nota: Basado en la base de datos entregada por la empresa.

Con la información suministrada en la base de datos se comprueban todos los clientes (335 en total), por lo que se detalla y analiza la información para ordenar los datos, mediante la siguiente (tabla 3), se organiza cada cliente con su respectiva dirección, barrio y comuna a la que pertenece.

Cuadro 4

Información de la base de datos validada.

Código	Dirección	Barrio
C1	CALLE 11 NO. 1E-105	CAOBOS

Nota: Basado en la base de datos entregada por la empresa.

Con todos los datos organizados como se observa en el cuadro 4 se validan, corrigen y

actualizan las ubicaciones usando la plataforma de Google Maps, con lo cual se procede a realizar un mapa de la ciudad con la ubicación verificada de los clientes denominado figura 6, para obtener el modelo es fundamental tener en cuenta que la dirección este bien indicada en el mapa y que sea en la zona que se encuentra el barrio ubicado para evitar tener inconvenientes en el modelo de ruteo.

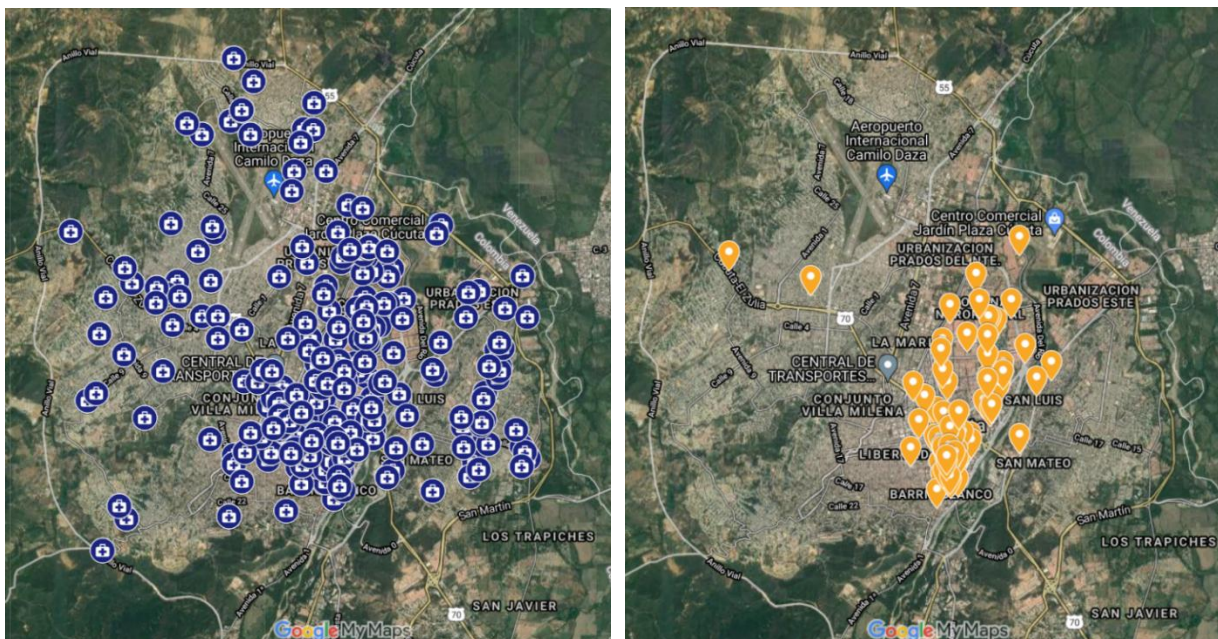


Figura 6. Distribución de los clientes en el mapa, a la izquierda las farmacias y otros clientes minoristas(254) y a la derecha las clínicas, hospitales, etc. (81).

Nota: Basado en los datos verificados de Google Maps.

Al tener los clientes validados y ubicados en el mapa, para cada dirección se ubica su coordenada (Latitud/Longitud) a la que corresponde, de esta manera se vuelve a actualizar la información por medio del cuadro 5.

Cuadro 5

Información de la base de datos con las coordenadas de los clientes.

Código	Dirección	Barrio	Coordenada
C1	CALLE 11 NO. 1E-105	CAOBOS	7.886724, -72.498419

Nota: Basado en los datos verificados de la figura 6.

Por otra parte, también se puede analizar el número de pedidos que realizan los clientes mayoristas y minoristas a la empresa, teniendo que para el 2020 los pedidos se clasificaron de la siguiente manera: cajas de compensación familiar solicitaron 120, hospital 40, clínicas 1153, farmacias 18236, fundaciones 23, centros médicos 3802, institutos especializados 1773 y finalmente restaurantes, bancos, entre otros clientes 2351, como se puede observar a continuación en la figura 7.

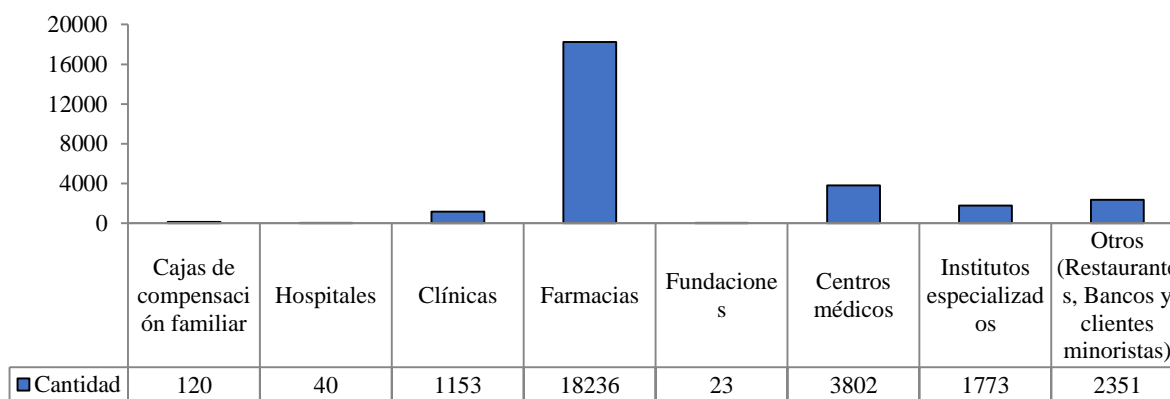


Figura 7. Número de pedidos de los clientes para el 2020.

Nota: Basado en la base de datos entregada por la empresa.

La mitad de los envíos que realizo en el 2020 fueron destinados en un 4% a las clínicas, 66% a las farmacias, 14% centros médicos, 7% a los institutos especializados, 9% de los envíos fueron destinados a otros clientes como restaurantes, bancos, etc. Finalmente, los pedidos que fueron distribuidos a los hospitales, fundaciones y cajas de compensación familiar tienen un porcentaje menor al 1% respectivamente. También se puede observar que los clientes se

distribuyen de manera equitativa por todo el mapa, dato que se tendrá en cuenta para la sectorización de la ciudad.

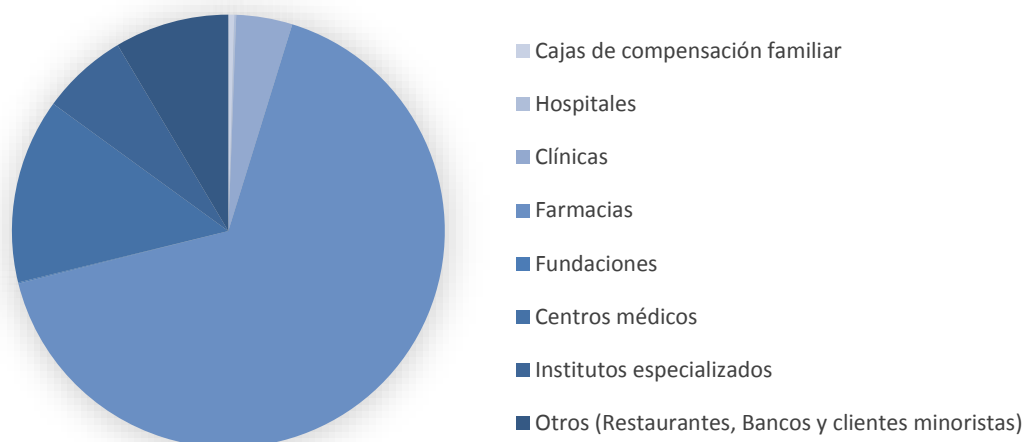


Figura 8. Porcentaje que representa el pedido por cada cliente.

Nota: Basado en la base de datos entregada por la empresa.

Para la Selección de la Tecnología de Vuelo, las variables que se deben considerar son tiempo de vuelo, tiempo de carga, capacidad de carga, distancia de vuelo vertical-horizontal, diseño y normatividad, a continuación, se proponen 3 tipos de dron que cumplen con las características específicas para el desarrollo del proyecto.

Cuadro 6.

Características de los drones propuestos.

Tipo	Capacidad	Características	Tiempo de Vuelo
Onyxstar Hydra-12	12 kg	Está diseñado para ayudarte a manejar cargas pesadas con absoluta facilidad. Gracias a sus 12 motores, este dron es capaz de transportar una carga útil de hasta 12 kg de manera eficaz y sin problemas. Gracias a la capacidad del HYDRA-12 para transportar cargas pesadas, las posibilidades de este dron son casi infinitas. Lo que es imposible para muchos drones en el mercado, el HYDRA-12 lo hará con gran facilidad.	30 min
Vulcan D7	10 kg	Están diseñados para aplicaciones de entrega sencillas. El artículo por entregar se coloca encima de la aeronave para evitar las dificultades de meter y sacar paquetes de la parte inferior de la aeronave. La red de carga elástica resistente y mate antideslizante evita que el artículo se mueva durante el vuelo y facilita su extracción a la llegada.	20 min
Vulcan D8	20 kg	Están diseñados para aplicaciones de entrega sencillas. El artículo por entregar se coloca encima de la aeronave para evitar las dificultades de meter y sacar paquetes	15 min

		de la parte inferior de la aeronave. La red de carga elástica resistente y mate antideslizante evita que el artículo se mueva durante el vuelo y facilita su extracción a la llegada.	
--	--	---	--

En el diagrama de Ishikawa (figura 9) se identifican los diferentes factores de análisis y las diferentes variables causales para cada uno de los pasos, las que se encuentran resaltadas en rojo son las variables que impactan directamente en la distribución deficiente de medicamentos, como lo son procedimientos dentro de estos existen variables vitales como el plan maestro de clientes y el incumplimiento de la promesa de servicio, adicionalmente en las tecnologías por su adquisición y los altos costos de esta.

Otro factor es la gestión administrativa, en ella se detectan la mala gestión de pedido y el tiempo de experiencia en el mercado, la ausencia de la normatividad pública de drones y la inseguridad que se presenta en la ciudad, hace que se tenga en cuenta la calidad y precio de los medicamentos, identificando así el contrabando de estos, en cuanto a la empresa se encuentran algunos problemas en la distribución, organización y falta de capacitación para los colaboradores.

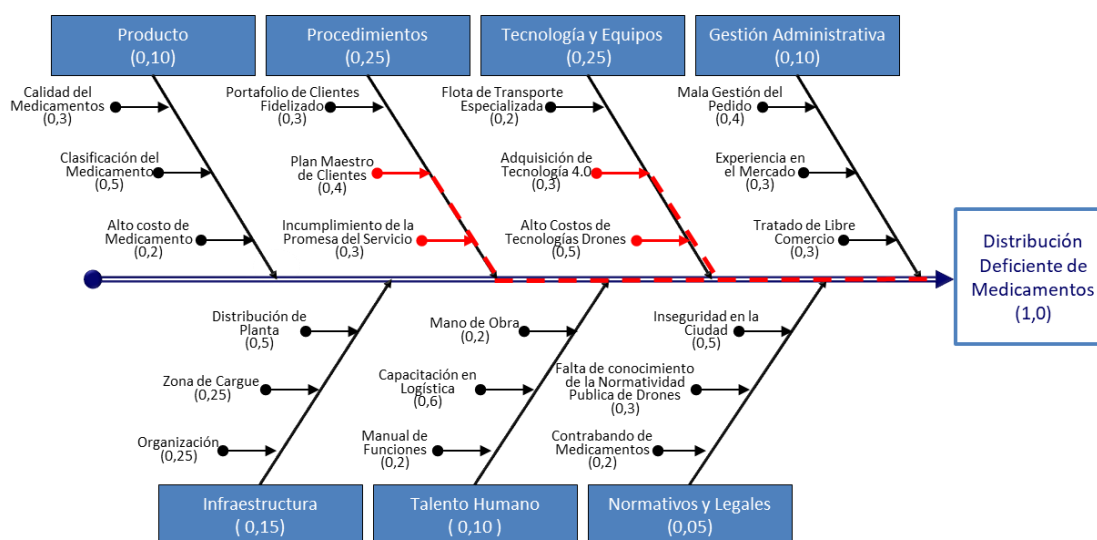


Figura 9. Diagrama Ishikawa para la distribución deficiente de medicamentos.

Las herramientas diagnósticas (tabla 3) permiten la visualización de las variables internas, como una fortaleza se puede optimizar el sistema de distribución adquiriendo nuevas tecnologías UAV, teniendo como limitante el alto costo de estas, la ausencia del conocimiento de los nuevos desarrollos de la industria 4.0 no permite el avance en el proceso de entrega y la flota de transporte. Según lo analizado anteriormente se plantean las siguientes estrategias (tabla 4): Proponer un método de distribución factible, que optimice los procesos logísticos de la empresa para la adquisición de tecnologías UAV (Dron); Realizar un modelo de ruteo para sectorizar las rutas y pedidos, reduciendo costos y tiempos; Investigar sobre los nuevos métodos o prácticas que se están desarrollando en la industria 4.0, para implementar en el proceso de distribución de la empresa; Realizar un estudio de las ventajas que se pueden obtener a través de una flota de transporte especializada y los beneficios que pueda traer a la empres

Tabla 3

Herramientas de diagnóstico (Relaciones).

		Variables Externas															
		Oportunidades					Amenazas										
		#	O1	O2	O3	O4	#	A1	A2	A3	A4						
		Variable	Facilidad en la adquisición de tecnologías IIAV	Posibilidades de desarrollo sectorial vías convenio	Nuevos desarrollos de la industria 4.0	Tratados de Libre Comercio	Variable	Incremento de la inseguridad en la ciudad	Aumento del contrabando de medicamentos	Alto costo de tecnologías UAV (Dron)	Ausencia de la política pública de fomento de IIAV						
%	72	10	25	35	%	30	15	70	30								
Variables Internas	Fortalezas	#	Variables				%	FO ++				Σ	FA +-				Σ
		F1	Sistema de distribución de medicamentos	65	9	3	7	3	22	5	1	9	7	22			
		F2	Medicamentos de alta calidad	15	5	3	3	5	16	1	9	3	1	14			
		F3	Experiencia en el mercado >5 años	15	3	7	5	5	20	3	5	5	1	14			
		F4	Portafolio de clientes fidelizado	30	5	3	3	5	16	3	5	7	1	16			
		F5	Gestión del plan maestro de clientes	35	3	5	3	5	16	3	7	3	1	14			
			Σ	25	21	21	23		15	27	27	11					
	Debilidades	#	Variables				%	DO --				Σ	DA --				Σ
		D1	Mala distribución de planta	10	1	3	5	5	14	1	1	1	1	4			
		D2	Falta de capacitación en prácticas de logística de distribución	70	7	7	7	5	26	3	3	5	7	18			
		D3	Ausencia de flota de transporte especializada	25	5	7	7	5	24	7	3	7	3	20			
		D4	Mala gestión de la orden de pedido	30	3	5	5	3	16	1	5	3	1	10			
		D5	Incumplimiento en la promesa de servicio (tiempos)	30	3	5	3	5	16	1	5	3	1	10			
			Σ	19	27	27	23		13	17	19	13					

Tabla 4

Herramientas de diagnóstico (Relaciones).

			Variables Externas									
			Oportunidades				Amenazas					
			O1	O2	O3	O4	A1	A2	A3	A4		
			Facilidad en la adquisición de tecnologías UAV	Posibilidades de desarrollo sectorial vías convenio	Nuevos desarrollos de la industria 4.0	Tratados de Libre Comercio	Incremento de la inseguridad en la ciudad	Aumento del contrabando de medicamentos	Alto costo de tecnologías UAV (Dron)	Ausencia de la política pública de vuelo de UAV		
Variables Internas	Fortalezas	#	Variables		FO ++				FA +-			
		F1	Sistema de distribución de medicamentos		Proponer un método de distribución factible, que optimice los procesos logísticos de la empresa para la adquisición de tecnologías UAV (Dron).				Realizar un modelo de ruteo para sectorizar las rutas y pedidos, reduciendo costos y tiempos.			
		F2	Medicamentos de alta calidad									
		F3	Experiencia en el mercado >5 años									
		F4	Porfolio de clientes fidelizado									
		F5	Gestión del plan maestro de clientes									
	Debilidades	#	Variables		DO -+				DA --			
		D1	Mala distribución de planta		Investigar sobre los nuevos métodos o prácticas que se están desarrollando en la industria 4.0, para implementar en el proceso de distribución de la empresa.				Realizar un estudio de las ventajas que se pueden obtener a través de una flota de transporte especializada y los beneficios que pueda traer a la empresa.			
		D2	Falta de capacitación en prácticas de logística de distribución									
		D3	Ausencia de flota de transporte especializada									
		D4	Mala gestión de la orden de pedido									
D5		Incumplimiento en la promesa de servicio (tiempos)										

4.2 Sectorización y Geolocalización del Portafolio de Clientes.

Continuando con el desarrollo del proyecto se considera la proximidad al geo punto que se valorara por cada área. Con los sectores definidos en la ciudad, según la base de datos segmentada y validada se elige el modelo de ruteo más conveniente para el proyecto, se formula el modelo y se concluyen los resultados de las rutas teniendo en cuenta el cuadrante con mayor cantidad de clientes. Con las coordenadas definidas mediante el uso de herramientas se establecen dos variables que serán la latitud y la longitud para cada uno de los 335 clientes.

Cuadro 7

Información de la base de datos con la latitud y longitud de cada cliente.

Código	Latitud	Longitud
C1	7.886724	-72.498419

4.2.1 Zonificación de la ciudad

Para cada cliente se establecen las variables con el fin de validar la proximidad entre ellos, investigando las características semejantes, obteniendo una mejor visualización de los clientes y la empresa, En la figura 10 se realiza la geolocalización del portafolio de clientes con la ayuda de la herramienta de Google Maps, obteniendo la ubicación del depósito (resaltado en color rojo), se puede analizar que es muy difícil deducir la cercanía a simple vista de cada cliente.

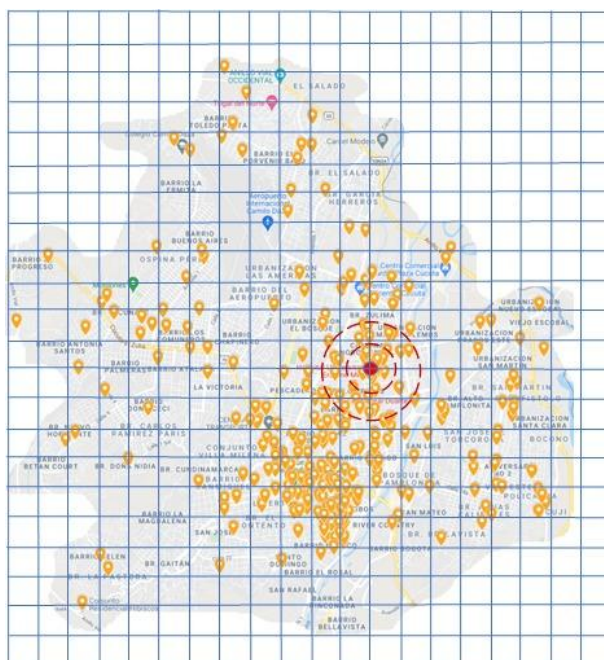


Figura 11. Geoposicionamiento y radiometría circular.

Para tener un mejor cubrimiento de los clientes se establece que todos los pedidos son distribuidos desde el dispensario de medicamentos, por esta razón se toma como geo punto la localización de la empresa Strapfarma y se procede a determinar los polígonos necesarios para satisfacer las necesidades de los clientes, realizando la movilidad del cuadrante desde el centro hasta sus alrededores, considerando la distancia de recorrido de hasta un kilómetro (1Km) y un tiempo de 30 minutos con base en los tiempos de seguridad, no se realizaran vuelos cerca al aeropuerto debido a que la normatividad no lo permite por el flujo aéreo, además de las cárceles y otras entidades, logrando así obtener la zona con mayor cantidad de clientes, como se observa en la siguiente figura.

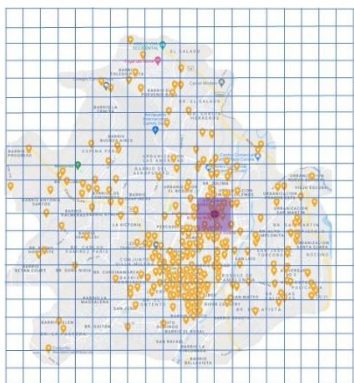


Figura 12(A)

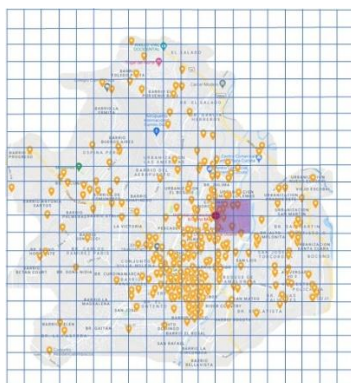


Figura 12(B)

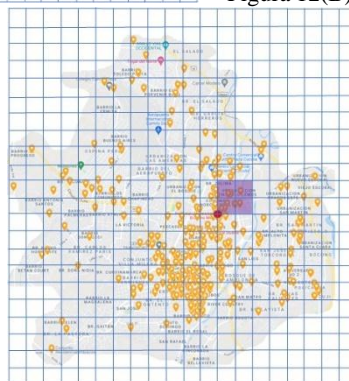


Figura 12(C)

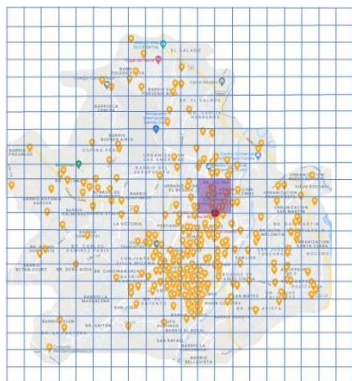


Figura 12(D)

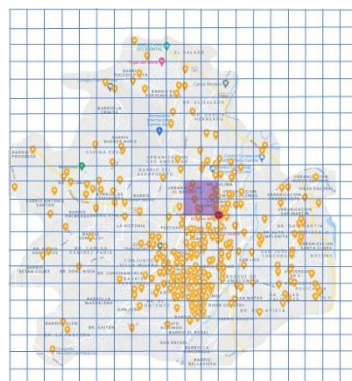


Figura 12(E)

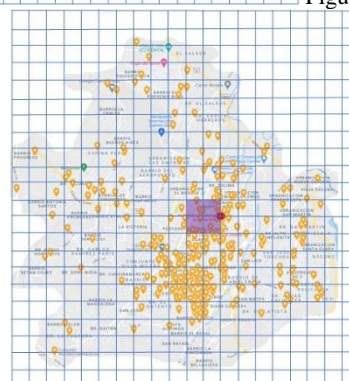


Figura 12(F)

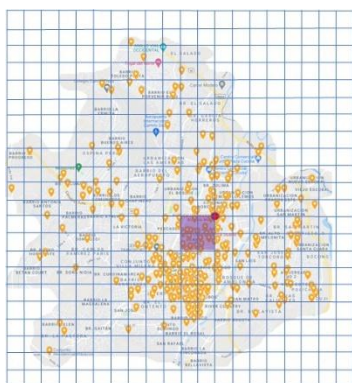


Figura 12(G)

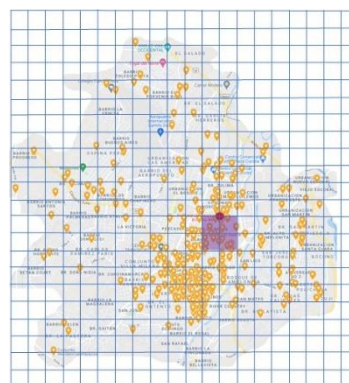


Figura 12(H)

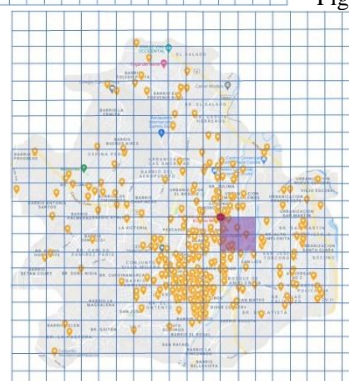


Figura 12(I)

Figura 12. Posibles polígonos para la optimización de rutas.

4.2.2 Selección del modelo de ruteo

Al momento de elegir el modelo de ruteo se estudian las diferentes variables del problema, es decir la información de suma importancia para el desarrollo del proyecto. Dentro de la investigación realizada se logró encontrar los grandes avances que han tenido los modelos de ruteo y el gran desarrollo que tiene para las organizaciones en la actualidad.

Se evidencia un breve resumen entre el problema de agente viajero y el problema de ruteo de medicamentos (Tabla 4), con esta clasificación, en el TSP solo se tiene en cuenta una ruta por la cual el dron debe pasar en la zona delimitada, en este caso se debe considerar la normatividad vigente para la elevación del dron y los sitios que puede sobrevolar, se tiene un único dispensador de medicamentos que es donde se encuentra ubicado Strapfarma, el dron debe salir de la empresa y suplir la demanda de los clientes, para luego regresar a la misma. (figura 13)

Tabla 4

Definiciones de los modelos TSP y VRP.

Tema	Descripción
TSP (Problema del agente viajero)	el objetivo es encontrar un recorrido completo que conecte todos los nodos de una red, visitándolos tan solo una vez y volviendo al punto de partida, y que además minimice la distancia total de la ruta, o el tiempo total del recorrido (Salazar, 2019)
VRP (Problema de ruteo de vehículos)	dado un conjunto de clientes y depósitos dispersos geográficamente y una flota de vehículos, determinar un conjunto de rutas de costo mínimo que comiencen y terminen en los depósitos, para que los vehículos visiten a los clientes máximo una vez. (Daza & Montoya, 2010)

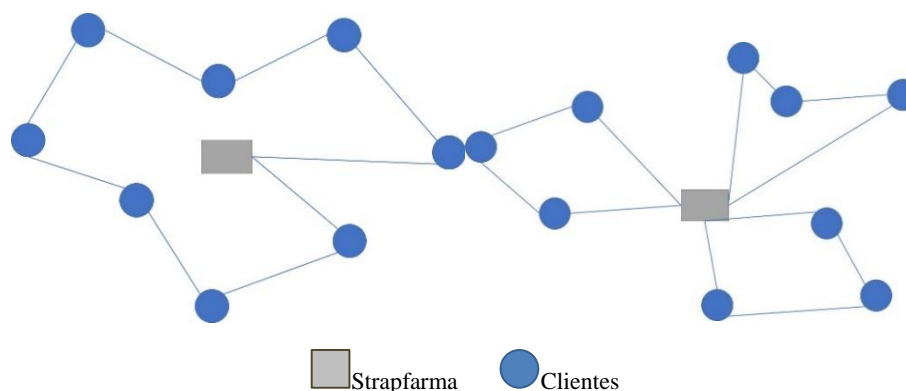


Figura 13. Diferencia entre TSP (izquierda) y VRP (derecha).

Aquella variante de VRP que estudia la distribución, ya sea utilizando solamente un dron o drones en conjunto con otro vehículo, es llamada VRPD. Esta variante lleva solamente algunos años en estudio siendo la más reciente respecto de las previamente mencionadas. Dentro de las motivaciones principales en la utilización de drones para la distribución de productos, al menos para la última milla, se encuentra un menor tiempo de viaje en rutas congestionadas por el flujo vehicular, un costo por kilómetro menor, la posibilidad de operar sin piloto, entre otros (Wang & Sheu, 2019)

Existen variantes de VRPD donde la utilización de drones no está ligada a la utilización de camiones, un ejemplo de esto corresponde al modelo desarrollado por (Cannioto, Lo Bosco, Scudero, & Vitale, 2017) donde se busca dimensionar una flota de drones necesaria para el monitoreo de daños difusos alrededor de Sicilia, Italia, tras un posible sismo. En este modelo, el

conjunto de nodos representa ubicaciones alrededor de Sicilia las cuales deberán ser visitadas por exactamente un dron y cuyo objetivo consisten en evaluar la flota necesaria en base a la autonomía de los vehículos.

Tal como se mencionó en los modelos vistos anteriormente, el problema de subciclos se encuentra presente en cada desarrollo de VRP o variante de VRP, es por esto por lo que es necesario conocer las diferentes herramientas para entender en qué consiste este problema y cómo abordarlo. Para la distribución se considera la capacidad del dron, según su ficha técnica, la carga que puede soportar según su tiempo de vuelo y distancia, el problema en particular tratado se encuentra en las restricciones del principio activo de los medicamentos, además de su volumen.

Se deben estudiar las restricciones de vuelo estipuladas en la norma y la demanda requerida por el cliente, medidas que no están establecidas, cantidades de demanda que no están especificadas y en un periodo de tiempo inadecuado, el cual no se determina ni semanal ni mensualmente.

Dado que la empresa desea implementar un modelo de distribución más eficiente y lograr satisfacer las necesidades de sus clientes se propone un modelo de enrutamiento por VRP, con el fin de optimizar las rutas y mejorar el sistema de entrega, Las características del modelo finalmente son las siguientes, el único deposito es la misma empresa por lo que el dron debe empezar y terminar su ruta en esta, el UAV tiene una limitación de capacidad y deben visitar a todos los clientes.

4.2.4 Formulación del modelo

Para realizar la cobertura se dividió el mapa de Cúcuta en 9 cuadrantes teniendo como referencia el punto geocéntrico que es Strapfarma, Será dividido en subpoligonos. el UAV recibirá

una ruta de vuelo con una duración en segundos T_i para realizar la cobertura en la subregión R_j se utilizarán las siguientes variables

Función Objetivo: Minimizar Distancia

Subíndices: i, j : Clientes y Deposito, donde $i = 0, 1, \dots, n$ y $j = 0, 1, \dots, n$

Parámetros:

D_{ij} : Distancia desde el cliente i hasta el cliente j

r : Numero de rutas

Variables de decisión:

X_{ij} : 1 si la ruta del cliente i al cliente j se toma 0 si no

Función objetivo:

$$\text{Minimizar } f = \sum_{i \in n} \sum_{j \in n} D_{ij} X_{ij} \quad [1]$$

La ecuación es la función objetivo del problema que minimiza la distancia

Restricciones:

$$\sum X_{ij} = 1 \quad \forall j \in n; i \quad [2]$$

$i \in n$

$$\sum X_{ij} = 1 \quad \forall i \in n; j \quad [3]$$

$j \in n$

$$u_{i+1} - u_j + (n * X_{i+1, j}) < n - 1 \quad i > 1; \forall i; \forall j; \in n \quad u_n \in \mathbb{Z} \quad [4]$$

$$\sum X_{n0}, j = r \quad [5]$$

$j \in n$

$$\sum_{j \in N} X_{ij} = r \quad [6]$$

$$j \in N$$

$$\text{Min} \sum_{(i,j) \in A} t_{ij} x_{ij} \quad [7]$$

$$(i, j) \in A,$$

La ecuación [2] y [3] cumple la restricción donde cada nodo solo debe ser visitado una vez uno entra por i y uno abandona por j , la ecuación [4] evita las sub-rutas donde cada nodo no puede volver así mismo, la ecuación [5] y [6] representa el número de rutas (r) que tendrá el sistema dándole un número de entradas y salidas (r) al nodo del depósito, la ecuación [7] busca reducir el tiempo total empleado para satisfacer toda la demanda.

Conjuntos:

- V : Conjunto de vértices.
- K : Conjunto de vehículos.
- M : Conjunto de productos.

Parámetros:

- Q_k : Capacidad del vehículo k .
- T_k : Tiempo máximo permitido por ruta para el vehículo k .
- dim : Demanda del producto m en el vértice i .
- l_i
- : Tiempo requerido para entregar o recolectar en el vértice i .
- t_{ij} : Tiempo de viaje entre los vértices i al j .
- $Sim \{1 \text{ si existe demanda del producto } m \text{ en el nodo } i. 0 \text{ en caso contrario.}\}$

Variables:

- x_{ijk} {1 Si el arco (i, j) es recorrido por el vehículo k . 0 en caso contrario.}

- y_{ijk} {1 Si el producto m es transportado en el vehículo k desde el vértice i al j . 0 en caso contrario.}

- u_i : Variable secuencial para satisfacer restricción

Función Objetivo:

$$\text{Min } Z = \sum \sum \sum t_{ij} x_{ijk}, \quad [1]$$

Restricciones:

$$\sum \sum x_{ijk} \geq 1, (j \in V \setminus \{0\}), \quad [2]$$

$$\sum x_{ipk} - \sum x_{pjk} = 0, (k \in K, p \in V), \quad [3]$$

$$Q_k - \sum \sum \text{dim} \sum y_{ijk} \geq 0, (k \in K), \quad [4]$$

$$T_k - \sum l_i \sum x_{ijk} + \sum \sum t_{ij} x_{ijk} \geq 0, (k \in K), \quad [5]$$

$$\sum \sum y_{ijk} = S_{jm}, (j \in V \setminus \{0\}, m \in M), \quad [6]$$

$$x_{ijk} \geq 1 \sum y_{ijk}, ((i, j) \in A, k \in K), \quad [7]$$

La ecuación [1] implica que el tiempo total en ruta será minimizado, la ecuación [2] asegura que cada nodo será visitado al menos una vez, la continuidad de las rutas es representada por la restricción [3], mientras que las ecuaciones [4] y [5] corresponden a las restricciones de capacidad y tiempo respectivamente para cada ruta, por otro lado, las restricciones [6] y [7] apuntan a que la demanda de cada producto en cada nodo sea abastecida.

4.2.4 Aplicación y resultado del modelo

Para aplicar el problema matemático se hace uso de un Software, utilizando un modelo VRP, se debe buscar las rutas para llegar de un nodo a otro, por medio de aplicaciones de mapas en web como Google Maps y las coordenadas correspondientes de los clientes, para calcular la distancia entre los nodos y plasmar las en la matriz con la distancia para cada la zona o el cuadrante establecido. A continuación, se presenta un ejemplo de una ruta creada para los clientes C324, C297, C57, C202, C51, C292, C165, C199, C329.

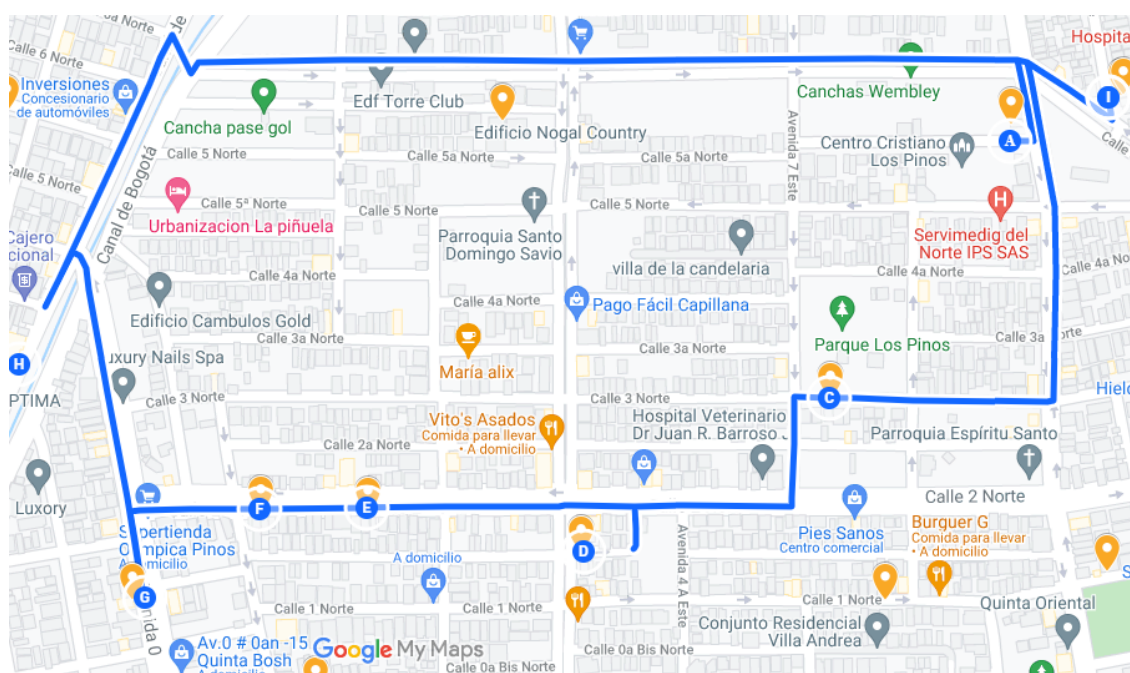


Figura 14. Ruta establecida por Google Maps entre los clientes C324, C297, C57, C202, C51, C292, C165, C199, C329.

Nota: Basado en las rutas de Google Maps.

La figura 15 delimita como referencia el polígono G, porque es el que cuenta con más clientes de todos los posibles polígonos que se sectorizaron para tener una mejor cobertura.

subpoligono 2 (S2), subpoligono (S3), subpoligono (S4) todas las rutas tendrán como punto inicial y final la empresa Strapfarma que se encuentra resaltada en rojo.

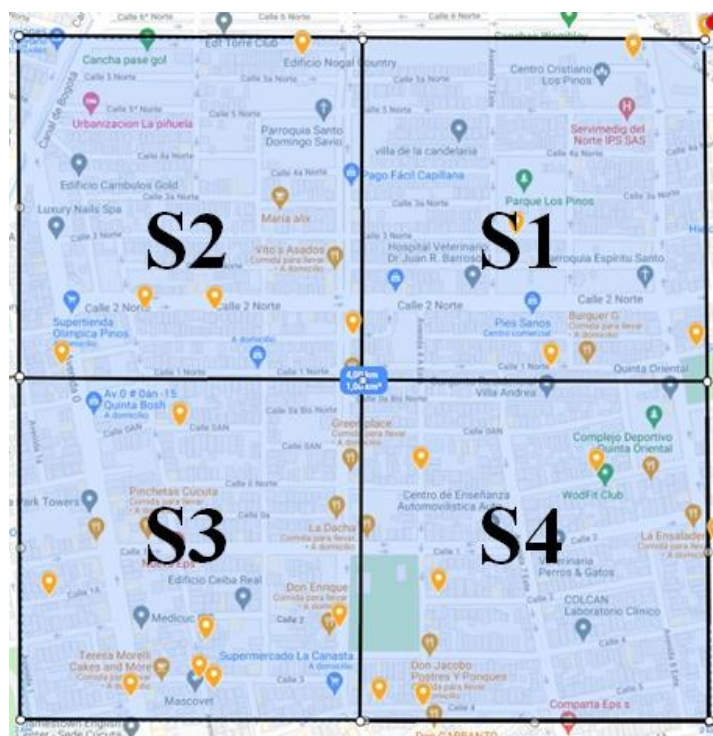


Figura 16. Subpolígonos S1, S2, S3 y S4.

Por medio de la tabla 5 se observa los datos en la matriz, especificando la cantidad de clientes por zona y el porcentaje que equivalente cada subpoligono con el fin de conocer la totalidad de nodos que se van a visitar.

Tabla 5

Asignación de zonas según el número de destinos.

Destinos/Nodos		% del total
Zona 1	3	14,28
Zona 2	5	23,80
Zona 3	8	38,09
Zona 4	5	23,80
Total	21	100%

4.3 Validación de los resultados del modelo.

Se seleccionaron los subpolígonos S2, S3 y S4, para realizar el análisis de sus posibles rutas, debido a que el subpolígono uno (1) se puede hacer entrega por medio de un canal tradicional, a continuación, se encontraron las que fueron establecidas teniendo en cuenta la distancia entre los nodos, el punto de salida y retorno que tendrá como condición que sea el depósito de medicamentos, se tomaron las calles para realizar las rutas debido a que no se puede volar sobre las estructuras según la normatividad vigente, se establece la distancia rectilínea para la ejecución del proyecto.

En la figura 17, se establece que la primera ruta del subpolígono dos (S2) saldrá del punto de origen (C0) el cual es Strapfarma y pasa por los nodos C122 y C202, teniendo como punto de retorno C0, el recorrido fue de 2 km con duración de 10 Min de ruta y un tiempo de 10 minutos considerando el descenso, ascenso, tiempo para recibir el pedido y un margen de error de 5 minutos para imprevistos, para un total de 25 minutos.

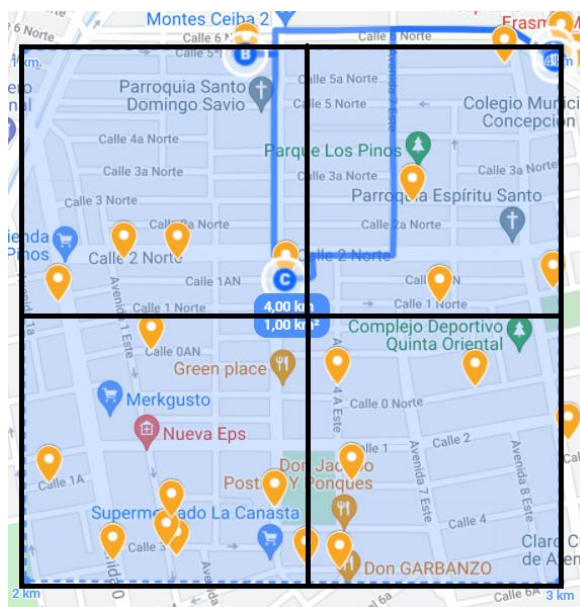


Figura 17. Ruta 1 del subpolígono dos (S2).

En la figura 18, se establece que la segunda ruta del subpoligono dos (S2) saldrá del punto de origen (C0) el cual es Strapfarma y pasa por los nodos C290 y C51, teniendo como punto de retorno C0, el recorrido fue de 3 km teniendo una duración de 10 Min de ruta y un tiempo de 10 minutos considerando el descenso, ascenso, tiempo para recibir el pedido y un margen de error de 5 minutos para imprevistos, para un total de 25 minutos.

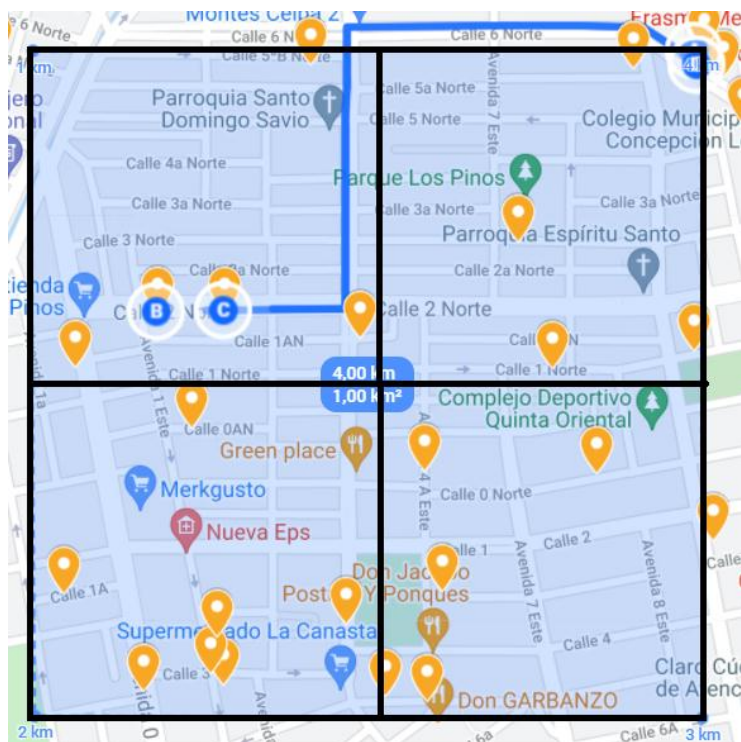


Figura 18. Ruta 2 subpoligono dos (S2).

En la figura 19, se establece que la tercera ruta del subpoligono dos (S2), saldrá del punto de origen (C0) el cual es Strapfarma y pasa por el nodo C165 teniendo como punto de retorno C0, el recorrido fue de 3 km teniendo una duración de 14 Min de ruta y un tiempo de 5 minutos considerando el descenso, ascenso, tiempo para recibir el pedido y un margen de error de 5 minutos para imprevistos, para un total de 24 minutos.

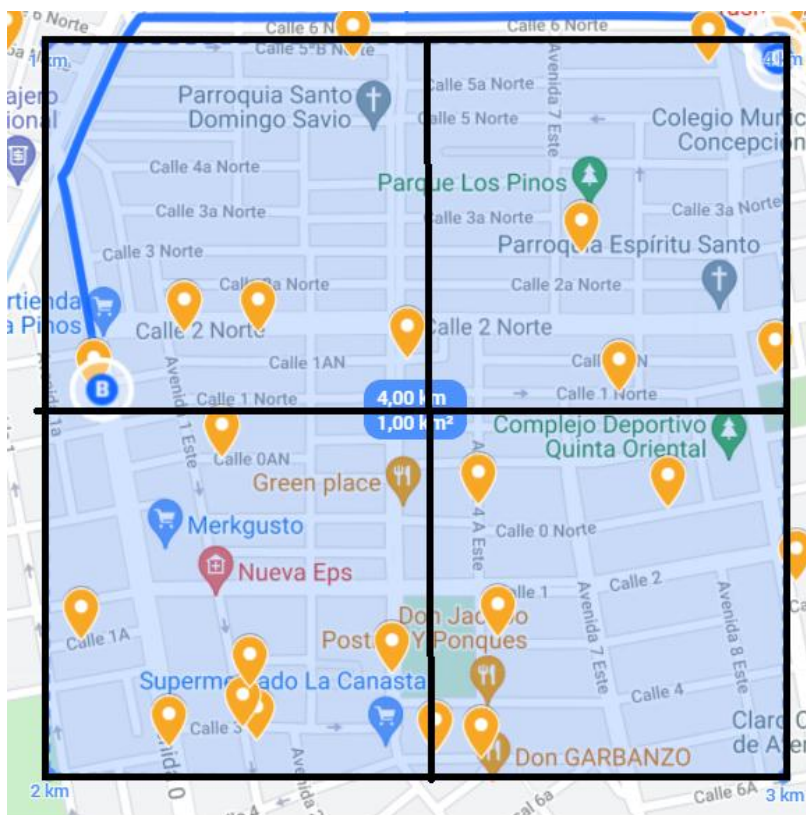


Figura 19. Ruta 3 subpoligono dos (S2).

En la figura 20, se establece que la cuarta ruta del subpoligono dos (S2) saldrá del punto de origen (C0) el cual es Strapfarma y pasa por el nodo C202, teniendo como punto de retorno C0, el recorrido fue de 2 km teniendo una duración de 9 Min de ruta y un tiempo de 5 minutos considerando el descenso, ascenso, tiempo para recibir el pedido y un margen de error de 5 minutos para imprevistos, para un total de 19 minutos.

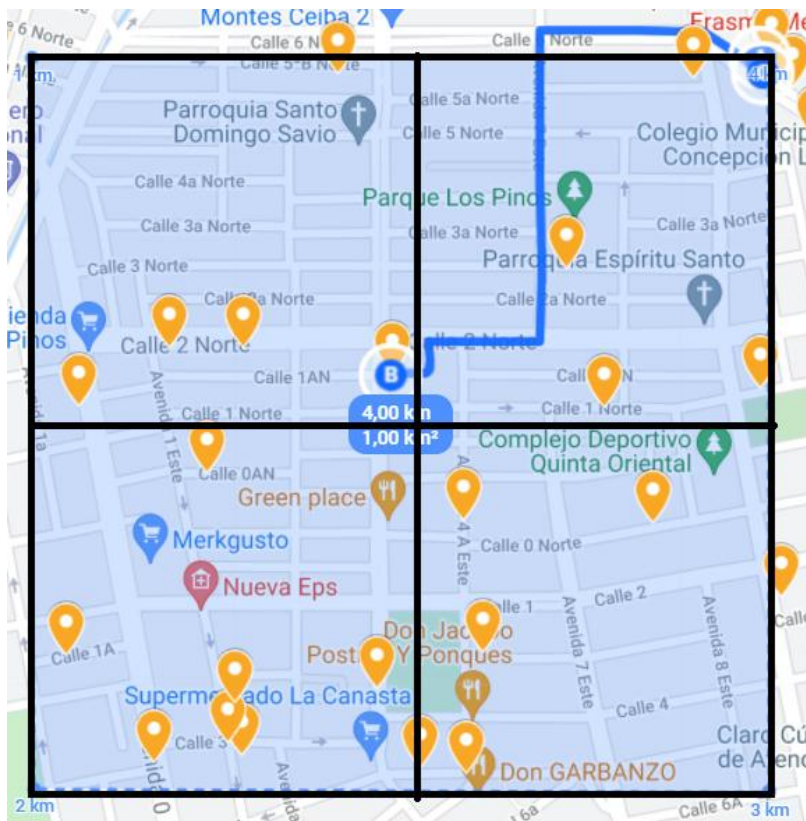


Figura 20. Ruta 4 subpoligono dos (S2).

En la figura 21, se establece que la quinta ruta del subpoligono dos (S2) saldrá del punto de origen (C0) el cual es Strapfarma y pasa por el nodo C166, teniendo como punto de retorno C0, el recorrido fue de 1 km teniendo una duración de 8 Min de ruta y un tiempo de 5 minutos considerando el descenso, ascenso, tiempo para recibir el pedido y un margen de error de 5 minutos para imprevistos, para un total de 18 minutos.

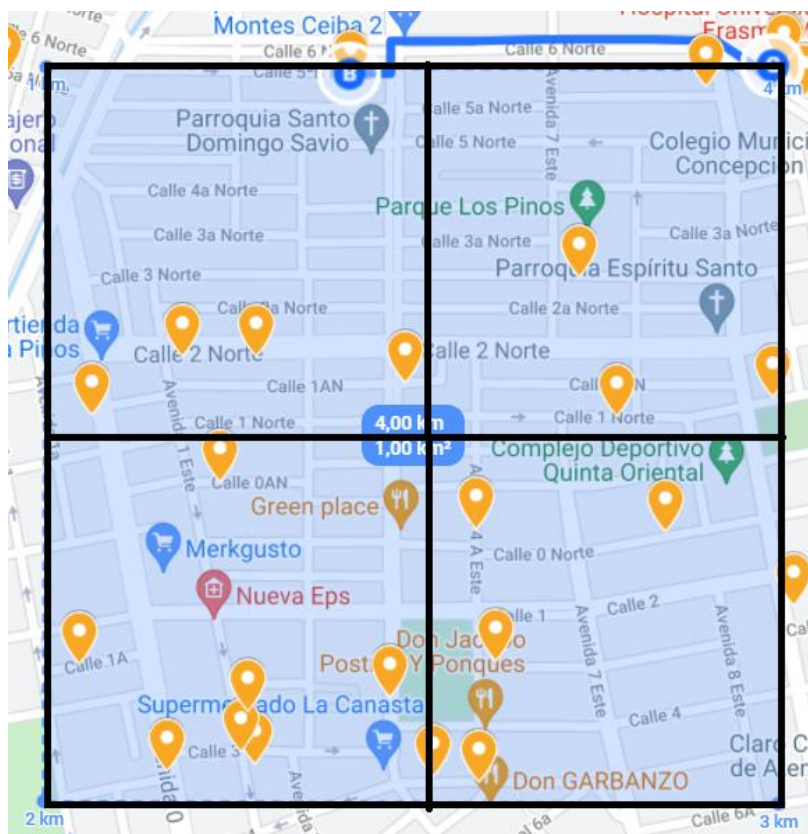


Figura 21. Ruta 5 subpoligono dos (S2).

En la figura 22, se establece que la sexta ruta del subpoligono dos (S2) saldrá del punto de origen (C0) el cual es Strapfarma y pasa por el nodo C290, teniendo como punto de retorno C0, el recorrido fue de 3 km teniendo una duración de 10 Min de ruta y un tiempo de 5 minutos considerando el descenso, ascenso, tiempo para recibir el pedido y un margen de error de 5 minutos para imprevistos, para un total de 20 minutos.

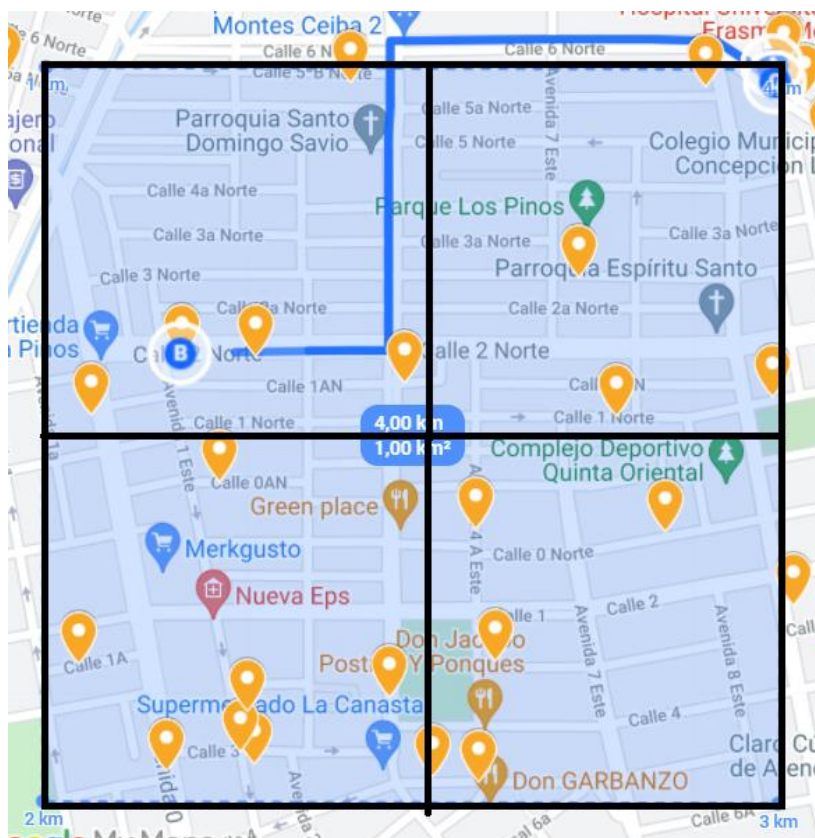


Figura 22. Ruta 6 subpoligono dos (S2).

En la figura 23, se establece que la séptima ruta del subpoligono dos (S2) saldrá del punto de origen (C0) el cual es Strapfarma y pasa por el nodo C51, teniendo como punto de retorno C0, el recorrido fue de 2 km teniendo una duración de 10 Min de ruta y un tiempo de 5 minutos considerando el descenso, ascenso, tiempo para recibir el pedido y un margen de error de 5 minutos para imprevistos, para un total de 20 minutos.

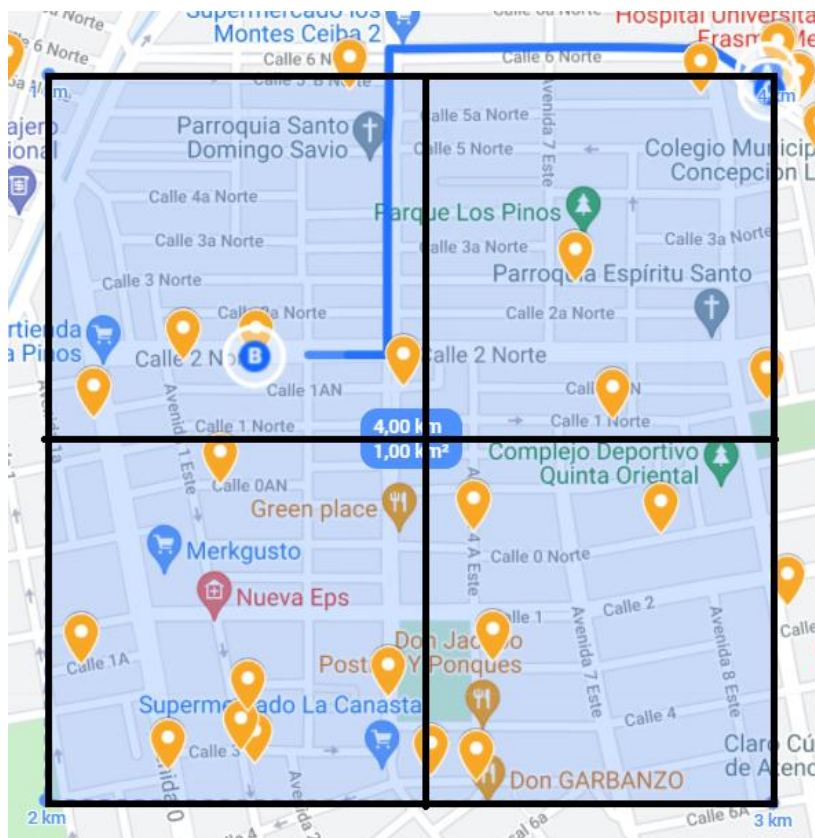


Figura 23. Ruta 7 subpoligono dos (S2).

En la figura 24, se establece que la octava ruta del subpoligono dos (S2) saldrá del punto de origen (C0) el cual es Strapfarma y pasa por el nodo C165, teniendo como punto de retorno C0, el recorrido fue de 3 km teniendo una duración de 14 Min de ruta y un tiempo de 5 minutos considerando el descenso, ascenso, tiempo para recibir el pedido y un margen de error de 5 minutos para imprevistos, para un total de 24 minutos.

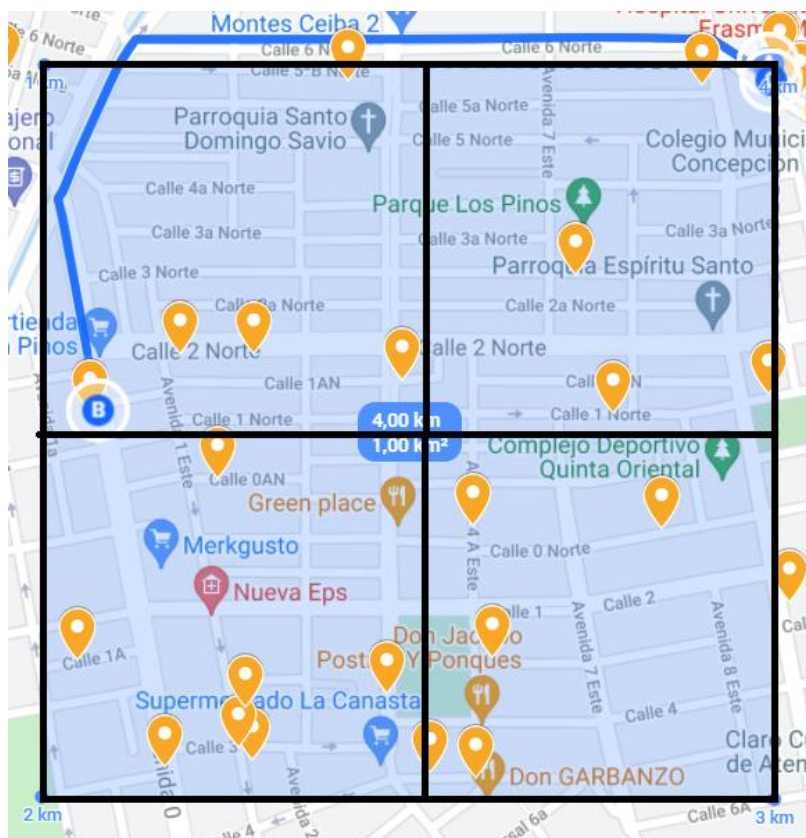


Figura 24. Ruta 8 subpoligono dos (S2).

En la figura 25, se establece que la primera ruta del subpoligono tres (S3) saldrá del punto de origen (C0) el cual es Strapfarma y pasa por los nodos C143, C54, teniendo como punto de retorno C0, el recorrido fue de 3 km teniendo una duración de 15 Min de ruta y un tiempo de 10 minutos considerando el descenso, ascenso, tiempo para recibir el pedido y un margen de error de 5 minutos para imprevistos, para un total de 30 minutos.

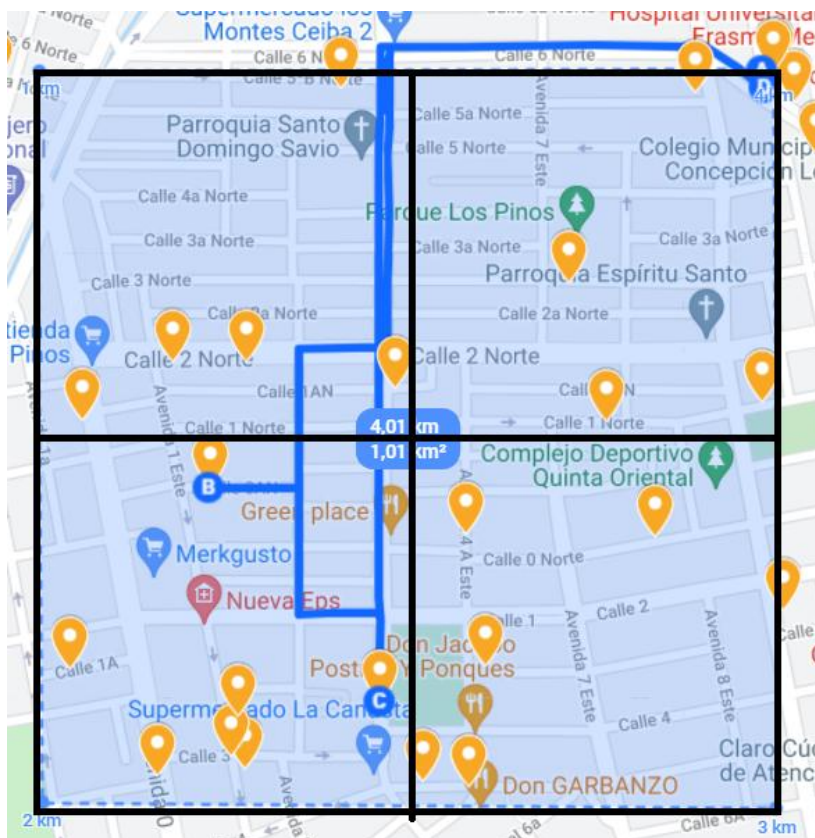


Figura 25. Ruta 1 subpoligono tres (S3).

En la figura 26, se establece que la segunda ruta del subpoligono tres (S3) saldrá del punto de origen (C0) el cual es Strapfarma y pasa por los nodos C308, C219, teniendo como punto de retorno C0, el recorrido fue de 3 km teniendo una duración de 13 Min de ruta y un tiempo de 10 minutos considerando el descenso, ascenso, tiempo para recibir el pedido y un margen de error de 5 minutos para imprevistos, para un total de 28 minutos.

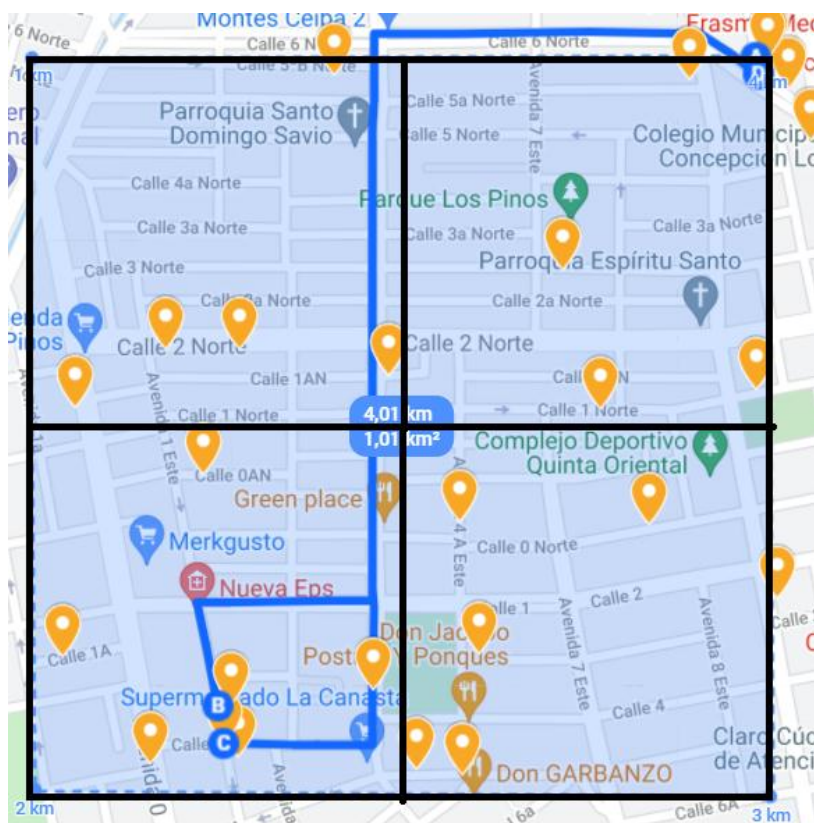


Figura 26. Ruta 2 subpoligono tres (S3).

En la figura 27, se establece que la tercera ruta del subpoligono tres (S3) saldrá del punto de origen (C0) el cual es Strapfarma y pasa por el nodo C283, teniendo como punto de retorno C0, el recorrido fue de 4 km teniendo una duración de 13 Min de ruta y un tiempo de 5 minutos considerando el descenso, ascenso, tiempo para recibir el pedido y un margen de error de 5 minutos para imprevistos, para un total de 23 minutos.

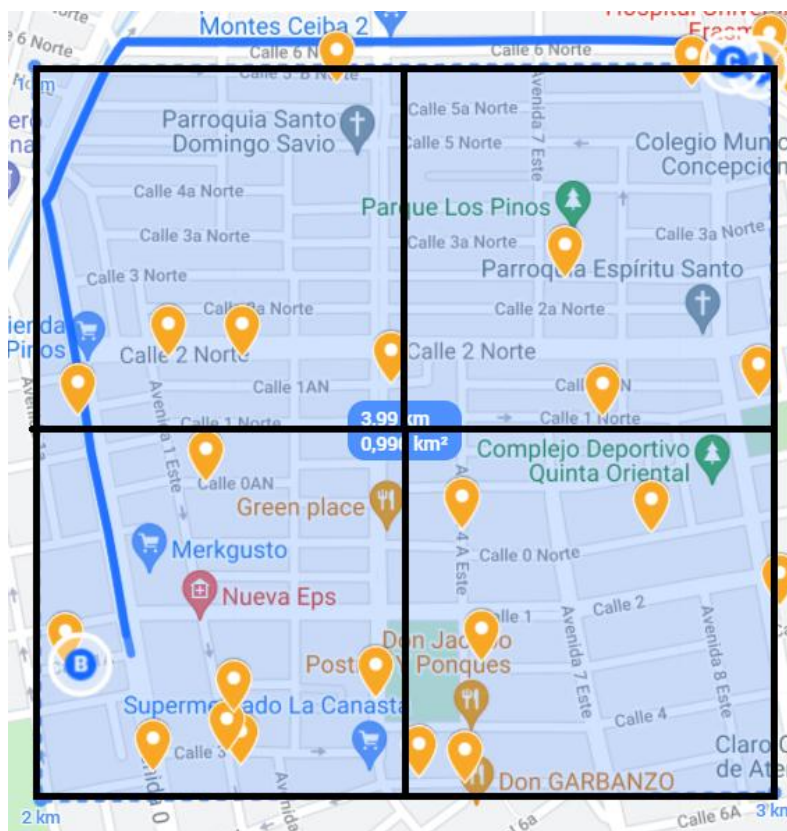


Figura 27. Ruta 3 subpoligono tres (S3).

En la figura 28, se establece que la cuarta ruta del subpoligono tres (S3) saldrá del punto de origen (C0) el cual es Strapfarma y pasa por el nodo C274, teniendo como punto de retorno C0, el recorrido fue de 4 km teniendo una duración de 14 Min de ruta y un tiempo de 5 minutos considerando el descenso, ascenso, tiempo para recibir el pedido y un margen de error de 5 minutos para imprevistos, para un total de 24 minutos.

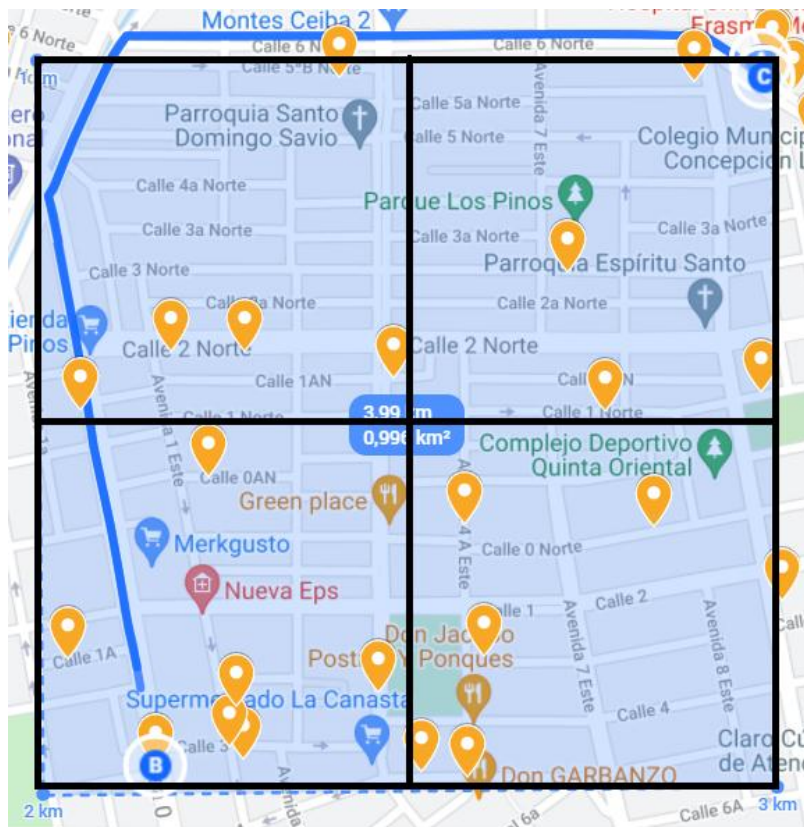


Figura 28. Ruta 4 subpoligono tres (S3).

En la figura 29, se establece que la quinta ruta del subpoligono tres (S3) saldrá del punto de origen (C0) el cual es Strapfarma y pasa por el nodo C42, teniendo como punto de retorno C0, el recorrido fue de 3 km teniendo una duración de 15 Min de ruta y un tiempo de 5 minutos considerando el descenso, ascenso, tiempo para recibir el pedido y un margen de error de 5 minutos para imprevistos, para un total de 25 minutos.

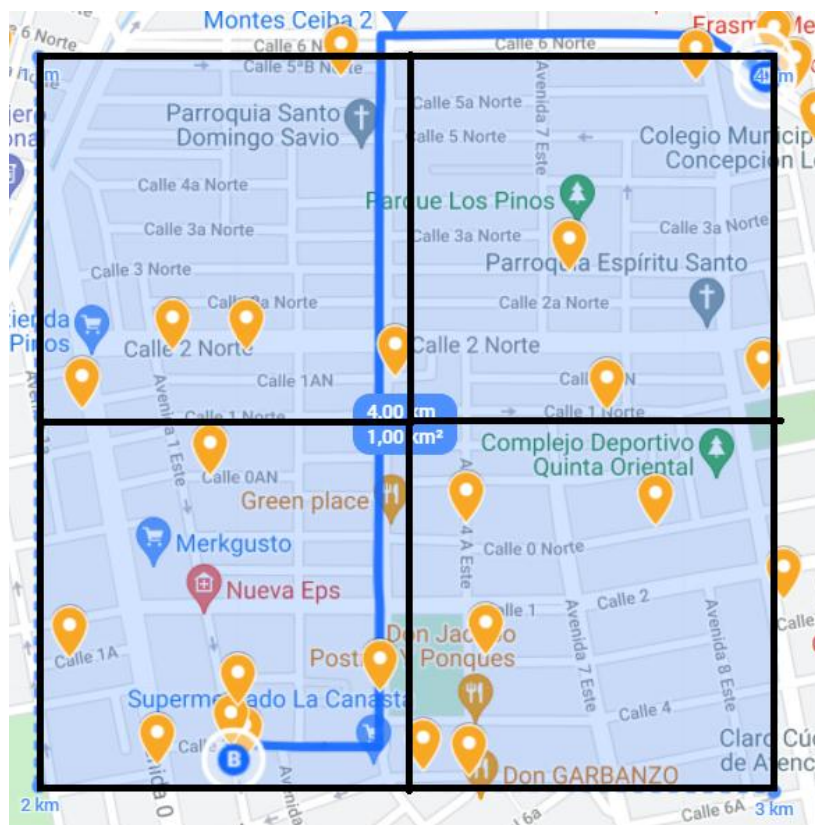


Figura 29. Ruta 5 subpoligono tres (S3).

En la figura 30, se establece que la sexta ruta del subpoligono tres (S3) saldrá del punto de origen (C0) el cual es Strapfarma y pasa por los nodos C54, C219, teniendo como punto de retorno C0, el recorrido fue de 4 km teniendo una duración de 14 Min de ruta y un tiempo de 10 minutos considerando el descenso, ascenso, tiempo para recibir el pedido y un margen de error de 5 minutos para imprevistos, para un total de 29 minutos.

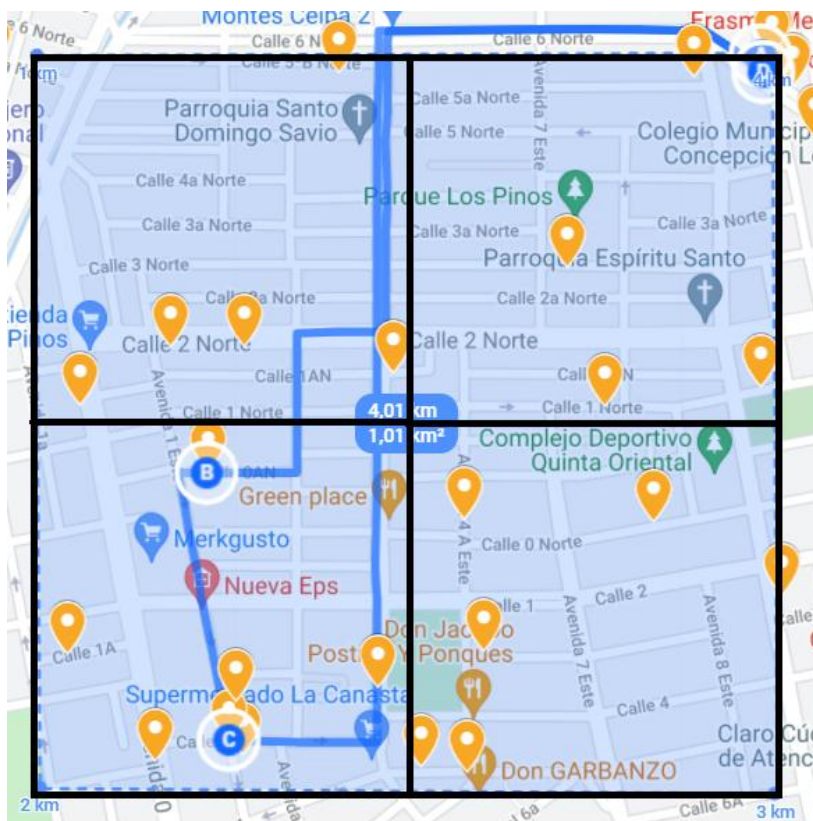


Figura 30. Ruta 6 subpoligono tres (S3).

En la figura 31, se establece que la séptima ruta del subpoligono tres (S3) saldrá del punto de origen (C0) el cual es Strapfarma y pasa por los nodos C219, C42, teniendo como punto de retorno C0, el recorrido fue de 3 km teniendo una duración de 15 Min de ruta y un tiempo de 10 minutos considerando el descenso, ascenso, tiempo para recibir el pedido y un margen de error de 5 minutos para imprevistos, para un total de 30 minutos.

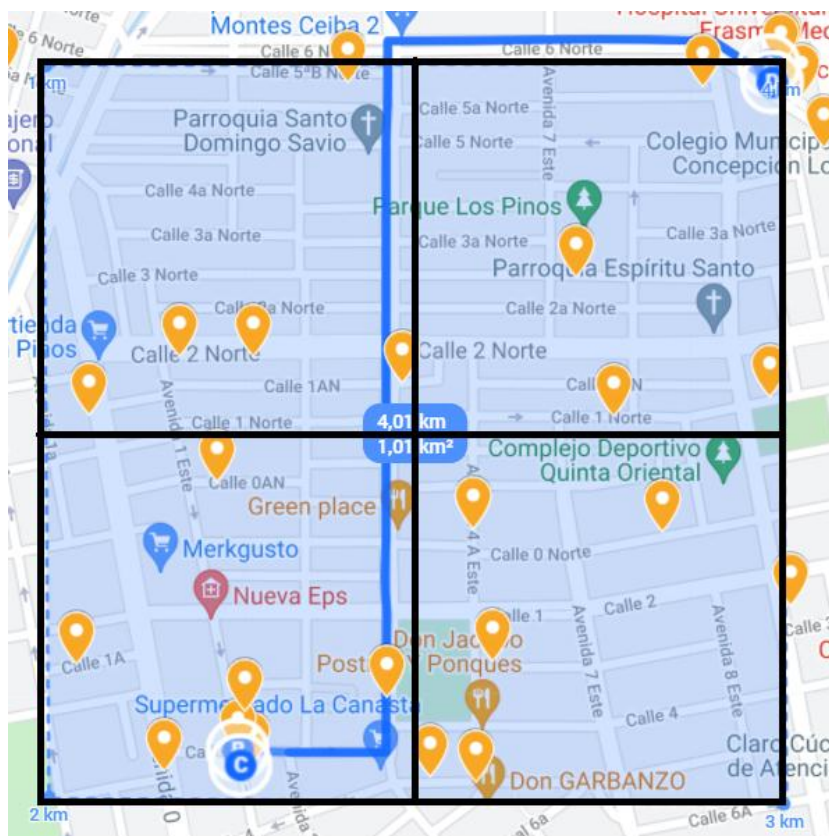


Figura 31. Ruta 7 subpoligono tres (S3).

En la figura 32, se establece que la octava ruta del subpoligono tres (S3) saldrá del punto de origen (C0) el cual es Strapfarma y pasa por el nodo C143, teniendo como punto de retorno C0, el recorrido fue de 3 km teniendo una duración de 12 Min de ruta y un tiempo de 5 minutos considerando el descenso, ascenso, tiempo para recibir el pedido y un margen de error de 5 minutos para imprevistos, para un total de 22 minutos.

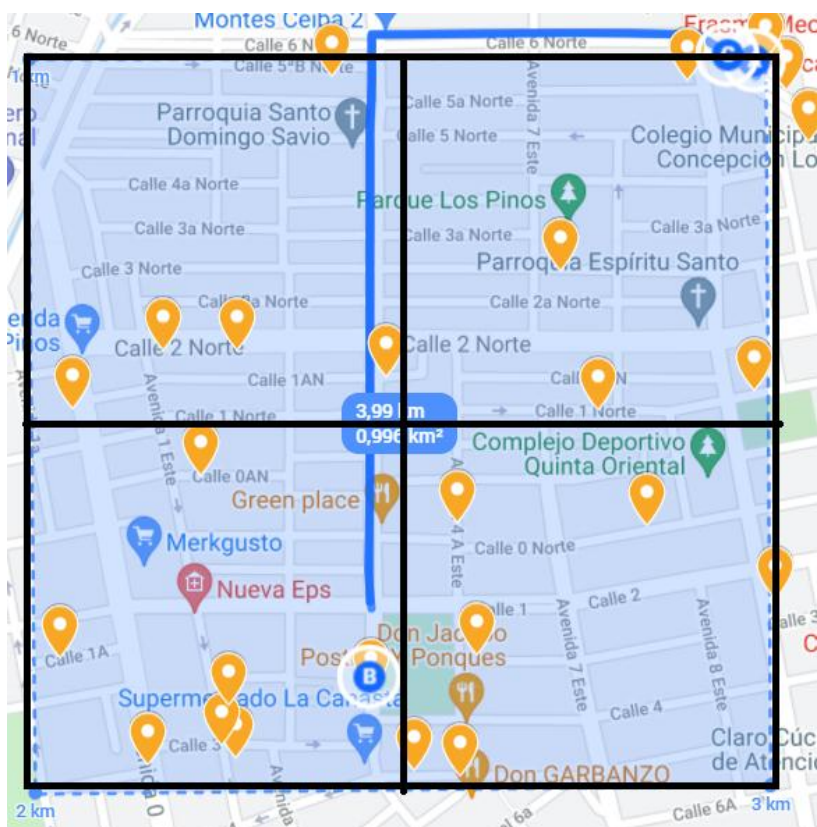


Figura 32. Ruta 8 subpoligono tres (S3).

En la figura 33, se establece que la novena ruta del subpoligono tres (S3) saldrá del punto de origen (C0) el cual es Strapfarma y pasa por el nodo C308, teniendo como punto de retorno C0, el recorrido fue de 3 km teniendo una duración de 13 Min de ruta y un tiempo de 5 minutos considerando el descenso, ascenso, tiempo para recibir el pedido y un margen de error de 5 minutos para imprevistos, para un total de 23 minutos.

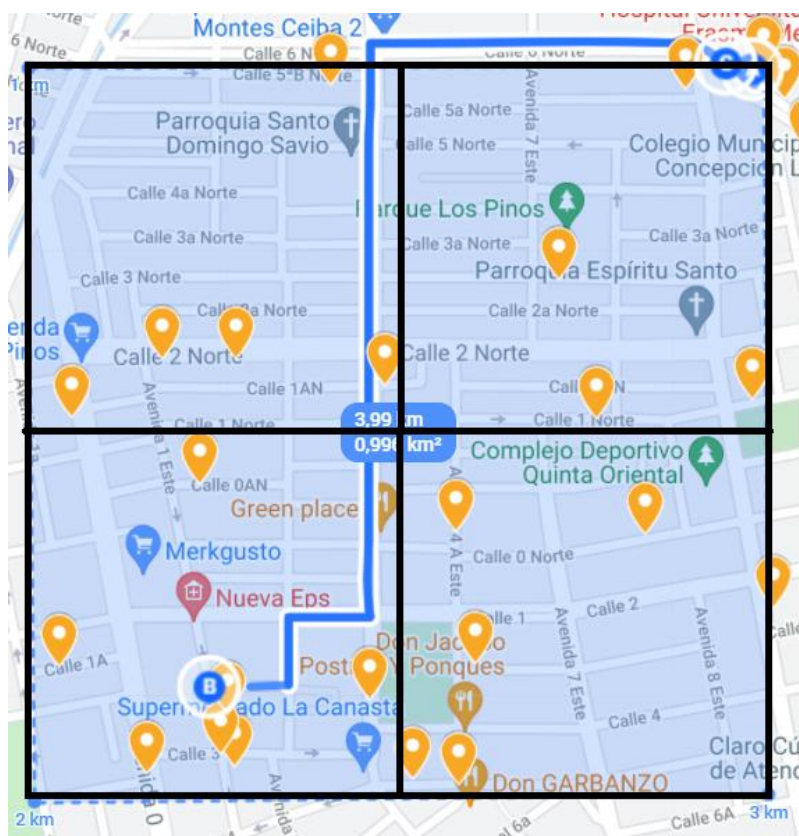


Figura 33. Ruta 9 subpoligono tres (S3).

En la figura 34, se establece que la primera ruta del subpoligono cuatro (S4) saldrá del punto de origen (C0) el cual es Strapfarma y pasa por los nodos C286, C157, teniendo como punto de retorno C0, el recorrido fue de 3 km teniendo una duración de 11 Min de ruta y un tiempo de 10 minutos considerando el descenso, ascenso, tiempo para recibir el pedido y un margen de error de 5 minutos para imprevistos, para un total de 26 minutos.

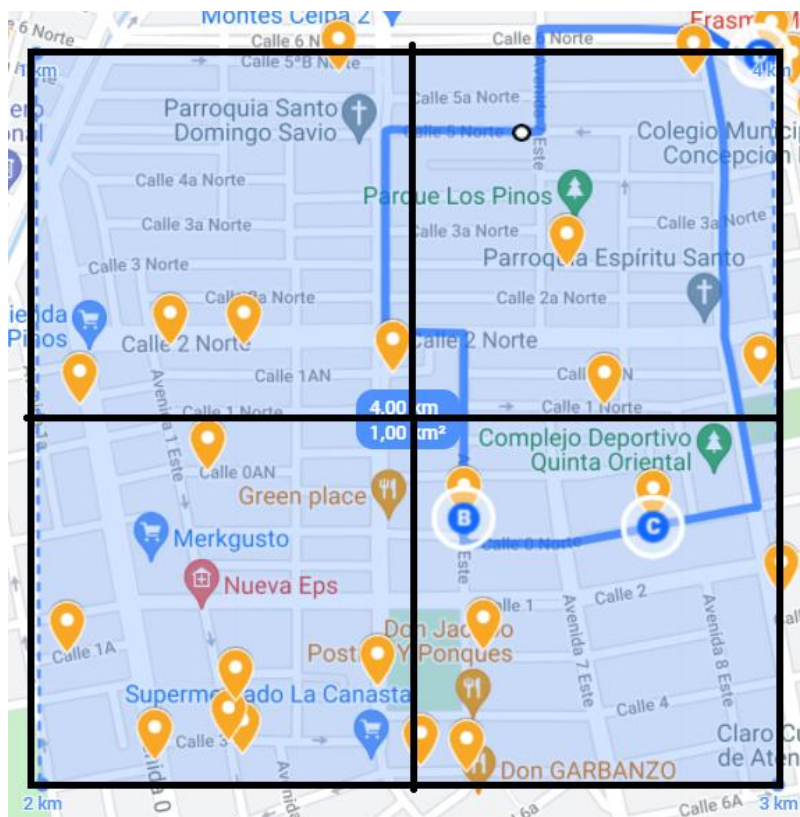


Figura 34. Ruta 1 subpoligono cuatro (S4).

En la figura 35, se establece que la segunda ruta del subpoligono cuatro (S4) saldrá del punto de origen (C0) el cual es Strapfarma y pasa por los nodos C158, 310, teniendo como punto de retorno C0, el recorrido fue de 3 km teniendo una duración de 11 Min de ruta y un tiempo de 10 minutos considerando el descenso, ascenso, tiempo para recibir el pedido y un margen de error de 5 minutos para imprevistos, para un total de 26 minutos.

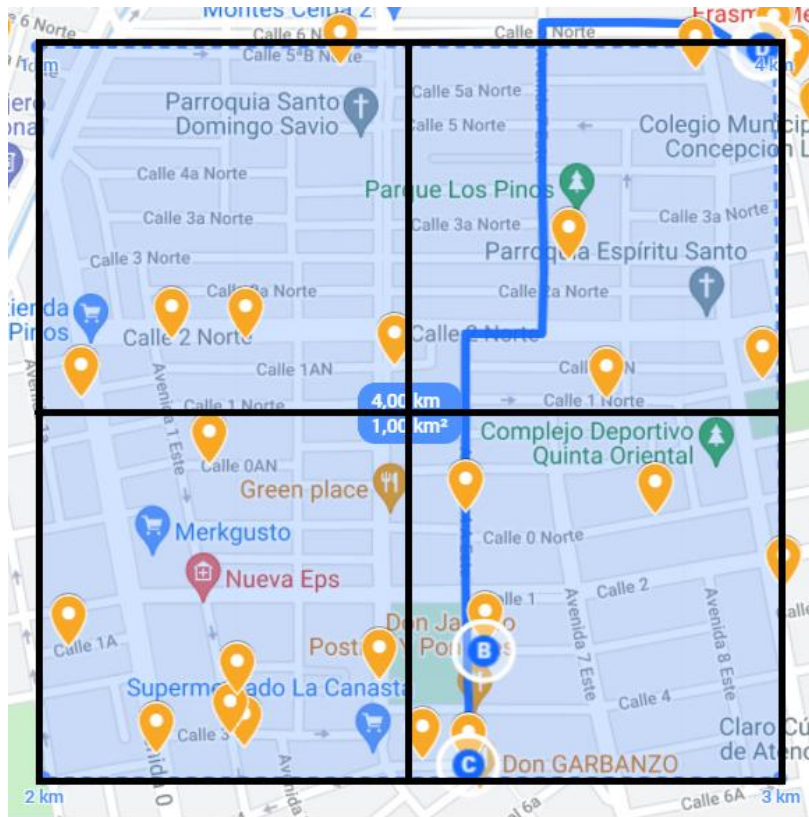


Figura 35. Ruta. 2 subpoligono cuatro (S4).

En la figura 36, se establece que la tercera ruta del subpoligono cuatro (S4) saldrá del punto de origen (C0) el cual es Strapfarma y pasa por el nodo C136, teniendo como punto de retorno C0, el recorrido fue de 3 km teniendo una duración de 12 Min de ruta y un tiempo de 5 minutos considerando el descenso, ascenso, tiempo para recibir el pedido y un margen de error de 5 minutos para imprevistos, para un total de 22 minutos.

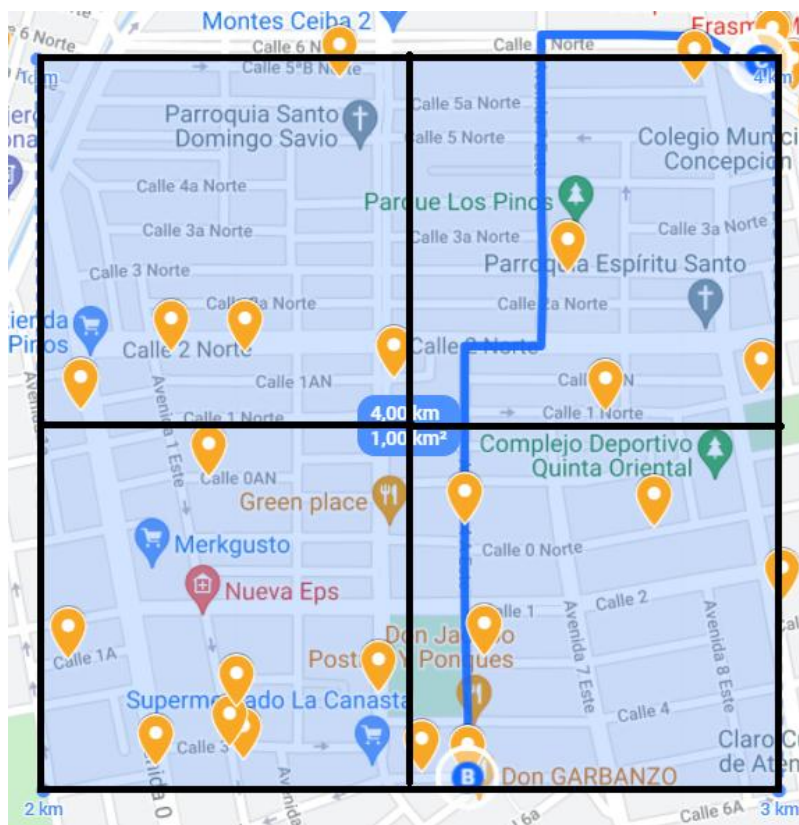


Figura 36. Ruta 3 subpoligono cuatro (S4).

En la figura 37, se establece que la cuarta ruta del subpoligono cuatro (S4) saldrá del punto de origen (C0) el cual es Strapfarma y pasa por los nodos C168, C157, teniendo como punto de retorno C0, el recorrido fue de 3 km teniendo una duración de 11 Min de ruta y un tiempo de 10 minutos considerando el descenso, ascenso, tiempo para recibir el pedido y un margen de error de 5 minutos para imprevistos, para un total de 26 minutos.

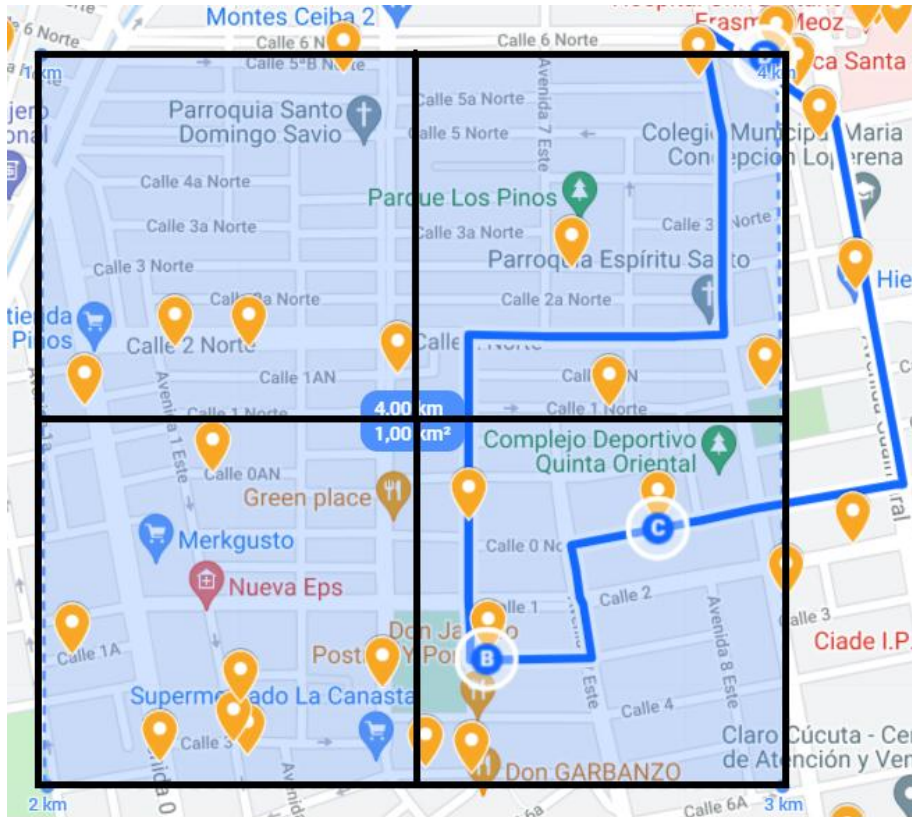


Figura 37. Ruta 4 subpoligono cuatro (S4).

En la figura 38, se establece que la quinta ruta del subpoligono cuatro (S4) saldrá del punto de origen (C0) el cual es Strapfarma y pasa por los nodos C286, C310, teniendo como punto de retorno C0, el recorrido fue de 3 km teniendo una duración de 11 Min de ruta y un tiempo de 10 minutos considerando el descenso, ascenso, tiempo para recibir el pedido y un margen de error de 5 minutos para imprevistos, para un total de 26 minutos.

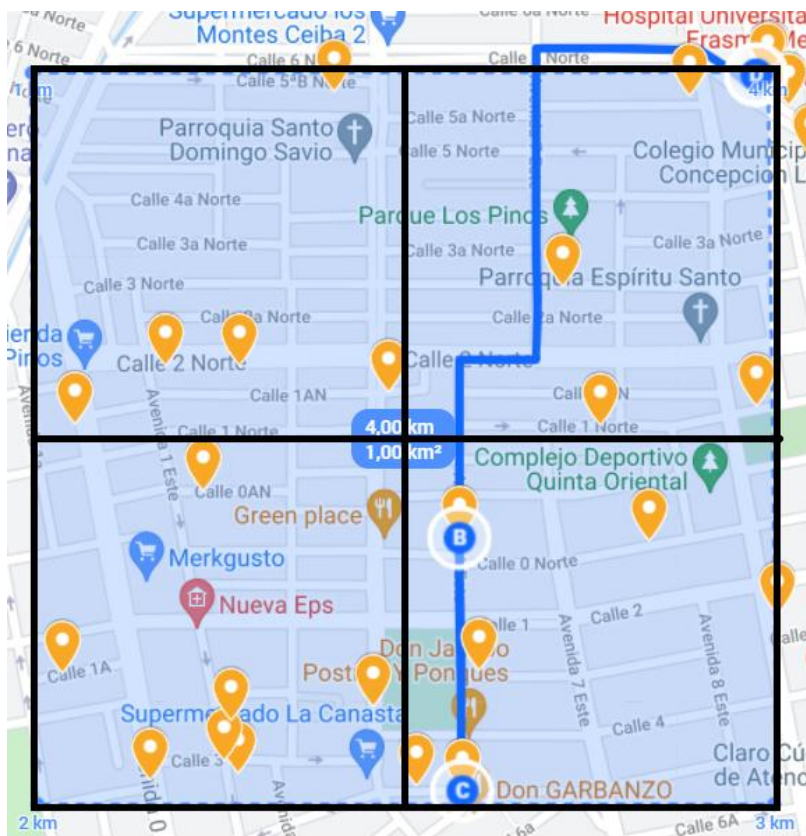


Figura 38. Ruta 5 subpolígono cuatro (S4).

Una vez obtenidas las rutas para cada uno de los subpolígonos seleccionados tabulamos la información obtenida (tabla 6), teniendo en cuenta el tiempo y distancia que puede sobrevolar el dron además de su tiempo de elevación y descarga, por medio de la herramienta Google Maps se tomó la distancia en kilómetros que se desplaza a pie y el tiempo de recorrido según la duración en automóvil.

Tabla 6*Nodos visitados por cada ruta en los subpoligonos.*

Subpoligono	Rutas	Cadena de Entrega	Validación	
			Distancia (km)	Tiempo (min)
S2	R1	C166, C202	2	10
	R2	C290, C51	3	10
	R3	C165	3	14
	R4	C202	2	9
	R5	C166	1	8
	R6	C290	3	10
	R7	C51	2	10
	R8	C165	3	14
S3	R1	C143, C54	3	15
	R2	C308, C219	3	13
	R3	C283	4	13
	R4	C274	4	14
	R5	C42	3	15
	R6	C54, C219	4	14
	R7	C219, C42	3	15
	R8	C143	3	12
	R9	C308	3	13
S4	R1	C286, C157	3	11
	R2	C158, C310	3	11
	R3	C136	3	12
	R4	C168, C157	3	11
	R5	C286, C310	3	11

5. Conclusiones y Recomendaciones

En el siguiente capítulo se analizarán las conclusiones sobre cada uno de los objetivos del proyecto y las recomendaciones que se hacen sobre el modelo propuesto para la empresa. Los objetivos que se plantearon en esta investigación buscan establecer un sistema de distribución eficiente, asignando las diferentes zonas correspondientes y haciendo uso de los recursos disponibles para cumplir con la demanda de la totalidad de los clientes, se debe ver este trabajo como un primer paso a la mejora continua de sus procesos.

Actualmente el proceso de distribución de Strapfarma inicia con la solicitud, una vez verificada la mercancía en el inventario es despachada y entregada a los clientes, para cubrir esta necesidad se utiliza una flota de transporte del 80% de motocicletas o domiciliarios y del 20% en vehículos, esto dependiendo de la cantidad y el volumen, lo que ocasiona demora en los tiempos de entrega por la congestión vehicular, la flota de transporte externa, falta de conocimiento en la logística y el alto índice de contrabando de medicamento, nace la necesidad de la utilización de nuevas tecnologías como los vehículos UAV, para comenzar el proceso de mejora continua, logrando así la reducción de tiempos de entrega, costos logísticos y fidelización del cliente.

Analizando la red de logística se observó la base de clientes de Strapfarma en el año 2020, donde se evidencia que un 24% de los cliente son institucionales y 76% generales, para un total de 335 clientes, dentro de esta primera categoría se encuentra una porcentaje de 0.6% cajas de compensación familiar, 0,3% el hospital, 5,7% clínicas, 41,2% farmacias, 0,9% fundaciones, 6,6% centros médicos, 10,1% institutos especializados y 34,6% otros (restaurantes, bancos y clientes minoristas), Como conclusión se deduce que la mayor parte de las ventas que se obtiene la realizan las farmacias.

Según la información suministrada por la empresa se creó una base de datos codificando los clientes y dirección, se procede a buscar las coordenadas para cada uno de estos utilizando la herramienta de Google Maps, Para el desarrollo del modelo de ruteo se plantea un modelo VRP (vehicle route problem) se recopilan todos los datos mencionados anteriormente y se hace una geolocalización del portafolio de clientes y de Strapfarma en el mapa de la ciudad de San José de Cúcuta con el objetivo de conocer las distancias que hay entre estos, mediante el uso del método de la mediatriz se ubica la grilla y se procede a hacer un posicionamiento por cuadrante cero, tomando como geocentro la empresa para la radiometría circular.

Para obtener una mejor visualización y alcance de los clientes se derivan 9 cuadrantes, realizando la movilidad del cuadrante de interés se selecciona el que cuenta con una mayor cantidad de clientes, tomando como estudio el polígono de referencia con un alcance de un kilómetro (1km), del cual se divide en cuatro (4) subpolígonos S1, S2, S3 y S4. Para determinar las rutas se realiza una tabulación con los clientes y coordenadas que se encuentran en estas subáreas, además se analizó cada pedido y el principio activo de los medicamentos que se solicitan para conocer cuales de estos se pueden distribuir mediante el dron, considerando las limitaciones de tiempo y distancia del dispositivo UAV, generando así la solución del modelo y las rutas óptimas.

Se estudiaron los diferentes modelos de drones según sus características, donde se eligen finalmente, los dispositivos que cumple con condiciones para desempeñar la misión objeto de este proyecto, considerando la distancia, capacidad de carga y tiempo de vuelo. Se recomiendan los siguientes dispositivos, Onyxstar Hydra-12, Vulcan D7 y Vulcan D8, cada uno con una capacidad de 12kg, 10kg y 20kg y una duración de vuelo de 30 min, 20 min y 15 min respectivamente.

Para validar el modelo propuesto, se clasifican los clientes de cada subárea, excluyendo el subpolígono uno (S1), debido a su cercanía a la empresa los pedidos pueden ser entregados por medio de canales tradicionales, se establecieron veintidós (22) rutas, todas tomando como punto de partida y llegada la empresa Strapfarma, En S2 la ruta uno (R1) pasa por los nodos C166, C20 con una duración de 10 min y 2km de ruta, (R2) C290, C51 con duración de 10 min y 3 km, (R3) C165 de 14 min y 3km, (R4) C202, con 9min y 2 km, (R5) C166 con 8 min y 1 km, (R6) C290, con 10 min y 3km, (R7) C51 con 10 min y 2 km, (R8) C165, de 14 min y 3km; S3 se encuentran 9 rutas que pasan por los siguientes nodos (R1) C143, C54 con 15 min y 3km, (R2) C308, C219 con 13 min y 3 km, (R3) C283 con 13 min y 4 km, (R4) C274 con 14 min y 4 km, (R5), C42 con 15 min y 3 km, (R6) C54, C219 con 14 min y 4 km, (R7) C219,C42M con 15 min y 3km, (R8) C143 con 12 min y 3km, (R9) C308, con 13 min y 3 km, En S4 se observa una ruta (R1) C168, C157 con 11 min y 3 km, (R2) C286, C310 con 11 min y 3 km, (R3) C286, C157, con 11 min 3 km, (R4) C158, 310 con 11 min y 3km, (R5) C136, con 12 min y 3 km en función de tiempo y distancia. A cada ruta se le suma un tiempo de 5 minutos por cada cliente considerando las variables de descenso, ascenso, tiempo para recibir el pedido, y 5 minutos de margen error para imprevistos por ruta completa que realiza el Dron.

La operación de logística de distribución de la empresa está en un 82%, en la medida que la organización se centra en la recepción, almacenamiento y distribución de medicamentos en la ciudad de San José de Cúcuta, las actividades de recepción y almacenamiento están en un 18%.

La flota de transporte de la organización es heterogena, con diferentes capacidades de carga y volumen, lo que hace que la programación de despachos sea dinámica e impacte directamente en la distribución de medicamentos por la varianza de producto, cantidad y tiempo que puede tener una orden.

La gobernabilidad de la empresa es mixta (vehículos propios y tercerizados), lo que en el análisis inicial a la luz de costos es rentable pero contrariamente incumple con las normas técnicas de distribución de medicamentos.

La operación de distribución de la empresa es a nivel local-regional, para el análisis de la investigación se han determinado zonas de operación para el tráfico controlado de los drones, situación que será analizada en desarrollo del modelo matemático del ruteo, particular a las condiciones de la organización.

Se presentaron algunas dificultades en cuanto a la falta de información o antecedentes para realizar el proyecto, el fuerte impacto que trajo la emergencia sanitaria causada por el SARS COVID-19 y los permisos por para poder volar el dron y las limitaciones de la normatividad.

Se recomienda estipular el tiempo de carga de las baterías, cuantas de estas se van a tener para el dron utilizado en la distribución, un cronograma de mantenimiento preventivo y correctivo para el dispositivo UAV, conocimiento de la normatividad, capacitación sobre la tecnología 4.0 y distribución.

6. Referencias Bibliográficas

- Aparicio, A., & Ponluisa, f. (2014). *Estudio comparativo de los lenguajes HDL y su aplicacion*.
 Riobamba – Ecuador: Escuela superior politecnica de Chimborazo.
- Aurambout, J. P., Gkoumas, K., & Ciuffo, B. (2019). Entrega de última milla por drones: una estimación del potencial de mercado viable y el acceso a los ciudadanos en las ciudades europeas. *European Transport Research Review*.
- Ballou, R. H. (2004). Logística, administración de la cadena de suministros, quinta edición. En R. H. Ballou, *Logística, administración de la cadena de suministros, quinta edición* (pág. 7). Mexico: Pearson educación.
- Begoña, G., & Miravalles, A. (2013). El uso de la geolocalización en educación secundaria para la mejora del aprendizaje situado: Análisis de dos casos de estudio. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*.
- Bencardino, C. (2011). Estadística básica aplicada (Cuarta ed.). *Ecoe Ediciones*.
- Burukina, O., & Khavanova, I. (2020). Interacción humano- dron : virtudes y vicios en perspectiva sistémica. *Avances en sistemas inteligentes y de computación*, 217-229.
- Buzai, G. D., & Baxendale, C. A. (2014). *Aportes del análisis geográfico con sistemas de*.
 Argentina : Universidad Alberto Hurtado. Facultad de Ciencias Sociales.
- Calderón, C., Agudelo, A., Botero, J., Bolaños, J., & Martínez, R. (2013). *El Sistema General de Seguridad Social en Salud*. Bogota: Universidad Nacional de Colombia.
- Cannioto, M. D., Lo Bosco, G., Scudero, S., & Vitale, G. (2017). Brief communication: Vehicle routing problem and UAV application in the post-earthquake scenario. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 1939–1946.

- Castrillón, M. (2018). *Estudio sobre Bioeconomía*. Medellín, Colombia: Edi. EAFIT.
- Colorado, C. A. (2015). *Tecnología drone en levantamientos*. Bogota: Escuela de ingenieros militares.
- Darren Turner, A. L. (2012). Los vehículos aéreos no tripulados (UAV) son una nueva y emocionante herramienta de teledetección capaz de adquirir datos espaciales de alta resolución. . En D. Turner, A. Luciee, & C. Watson, *Los vehículos aéreos no tripulados (UAV) son una nueva y emocionante herramienta de teledetección capaz de adquirir datos espaciales de alta resolución*. (págs. 1392-1410). España: Teledetección 4.
- Daza, J., & Montoya, J. (2010). Resolución del problema de enrutamiento de vehículos con limitaciones de capacidad utilizando un procedimiento metaheurístico de dos fases. *Revista EIA*, 12.
- Duarte, G. (2008). Definicion ABC. *Definicion ABC*.
- Escobar, J. W., & Linfati, R. (2012). Un algoritmo metaheurístico basado en recocido simulado con espacio. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 4.
- Fernandez, Y. R. (2003). *Planeacion Financiera*. Barcelona, España: Pontificia Universidad Catolica de Valparaíso.
- Ferrel, O., Hirt, G., Ramos, L., Adrianséns, M., & Flores, M. (2004). *Introducción a los Negocios en un Mundo Cambiante*. Madrid: MC Graw Hill.
- Fleitman, J. (2000). *Negocios Exitosos*. Mc Graw Hill.
- Francesco, N., & Remondino, F. (2014). UAV para aplicaciones de mapeo 3D: una revisión. *Geomatica Aplicada*, 1-15.
- Frank, A. (2006). Three decades of thought on planning education. *Journal of planning literature*, 15-67.

- Franklin, B. (2004). *Organización de empresas*. Madrid: Mc Graw Hill.
- Freddy Velandia, N. A. (2001). *Oportunidad, satisfacción y razones de no uso de los servicios de salud en Colombia, según*. cali: umiversidad del valle.
- Ganen, O. R., Millian, A. J., Carbonell, L. A., & Cabrera, P. L. (2017). La dispensación como herramienta para lograr el uso adecuado de los medicamentos en atención primaria. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 1561-3038.
- Gonzalez, G., & Gonzalez, F. (2006). Metaheurísticas aplicadas al ruteo de vehículos. Un caso etaheurísticas aplicadas al ruteo de vehículos. Un caso. *Revista ingeniero e investigacion VOL. 26 No.3*, 149.
- Hernández Peñalver, G., Berón, M. M., & Gagliardi, E. O. (2005). *Ruteo Geométrico Aplicado a las Redes de Computadoras*. españa : Facultad de Informática - Universidad Politécnica de Madrid .
- Hernandez Sampieri, R. (2014). *Metología de la investigación, sexta edición*. Ciudad de Mexico: Mc Graw Hill.
- Hernández, S., Fernández, C., & Baptista, L. (2010). *Metodologia de la investigacion*. McGraw-hill.
- Kuru, K., Ansell, D., Khan, W., & Yetgin, H. (2019). Análisis y optimización de enjambres de vehículos aéreos no tripulados en logística: una plataforma de entrega inteligente. *Institute Of Electrical and Electronics Engineers*, 15804-15831.
- Lamb, C., Hair, J., & McDaniel, C. (2002). *Marketing, Sexta edición*. Mexico: International Thomson Editores S.A.
- López, O. B. (2017). *Dispensacion de Medicamentos*. eDruida.
- Marketing, D. d. (1999). *Diccionario de Marketing*. Cultural S.A.

- Mayorga T., Ó. (2017). *Notas de Clase de Gerencia Logística*. Bogotá, D.C., Colombia: UniSalle.
- Meneu, R. (2002). Alternativas a la distribución de medicamentos y su retribución. *Gaceta Sanitaria, Volumen 16*, 171-181.
- Merino., J. P. (2010). *Definición de administración de recursos*. Obtenido de Definición de administración de recursos: <https://definicion.de/administracion-de-recursos/>
- Minsalud. (2018). *Rendicion de cuentas, informe de gestion 2017*. Bogota: ministerio de salud.
- Mucci, A. (2016). *EE.UU Patente nº Solicitud de patente de EE. UU. 14 / 516,651*.
- Pastor, R. T. (2011). Planificación y programación de operaciones. *revista perspectivas* , 4.
- Ramiro Guerrero, I. G. (2013). *Sistema de salud de Colombia*. Antioquia : SciFlo.
- Riveros, B., paola, d., silva, b., & pablo, p. (2007). *Algunos modelos para planeacion y programacion en empresas de servicios* . Pereira: Universidad Tecnologica de Pereira, Colombia.
- Roberge, V., tarbouchi, m., & labonté., g. (2012). Comparacion del algoritmo genetico paralelo y optimizacion de enjambre de particulas para la planificacion de rutas de UAV en tiempo real. En V. Roberge, m. tarbouchi, & g. labonté., *Comparacion del algoritmo genetico paralelo y optimizacion de enjambre de particulas para la planificacion de rutas de UAV en tiempo real* (págs. 132-141). España: Transformaciones de IEEE sobre informatica industrial.
- Robles, J. C. (2015). *Desarrollo de una aplicacion para equipos android*. Quito, Perú: Pontificia Universidad Catolica de Ecuador.
- S, L. M., RH, M. O., & O, L. A. (2011). Organización del abasto de medicamentos. *Salud Publica Mex 2011;53 supl 4:S445-S457.*, 1.

- Salazar, B. (12 de 06 de 2019). *Ingenieria industrial online.com*. Obtenido de Ingenieria industrial online.com: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/investigacion-de-operaciones/problema-del-agente-viajero-tsp/>
- STRAPFARMA. (21 de 09 de 2020). *STRAPFARMA almacenadora de medicamentos y suministros médicos S.A.S*. Obtenido de STRAPFARMA almacenadora de medicamentos y suministros médicos S.A.S.: <https://www.strapfarma.com/nosotros.html>
- Tamayo y Tamayo, M. (2014). *El proceso de la investigación científica*. Limusa S.A.
- Tejero, J. J. (2015). *el transporte de mercancías enfoque logístico de la distribución*. Madrid: ESIC EDITORIAL.
- Universidad Internacional de Valencia, E. d. (2018). *Que es un dron y como funciona*. Valencia: Ciencia y tecnología.
- Villegas, D. M. (2005). *Evaluación de los servicios de salud que brindan las empresas promotoras de salud*. Bogotá: Defensoria del pueblo.
- Wang, Z., & Sheu, J. (2019). Vehicle routing problem with drones. *Transportation Research Part B: Methodological*, 350–364.
- WENDE, V. D. (2007). Internationalization of Higher Education in the OECD Countries: Challenges and . *Journal of Studies in International Education*, 15-67.

7. Anexos

Anexo 1. Encuesta

La siguiente encuesta tiene como finalidad conocer el proceso de distribución de la empresa.

Preguntas	Respuesta
Producto	
1. ¿qué tipo de medicamentos son los más distribuidos o tienen mayor demanda?	No se tiene un patrón de que todas las semanas se demanden los mismos medicamentos, el inventario rota de manera mensual, por ejemplo, para las clínicas lo que más solicitan son las ampollas.
2. ¿cuáles son los medicamentos con más alto costo?	Los Medicamentos con más alto costo son los oncológicos
3. ¿de qué manera afecta o beneficia la pandemia en la distribución de medicamentos?	En pandemia se vio beneficiada la empresa debido a que hubo mayor solicitud de pedidos. Se continuó laborando con los protocolos de bioseguridad establecidos.
Proceso	
4. ¿han pensado en implementar nuevos procesos de distribución para adecuarlos al mercado cambiante?	No se ha pensado en implementar nuevos procesos de distribución, sin embargo, no se cierra las puertas a nuevas propuestas que puedan hacer más eficientes los procesos.
5. ¿Cómo es el alistamiento y despacho de los medicamentos	Primero se verifica en bodega la disponibilidad del producto, se alista el pedido, se deja en el área de despacho y es entregado a la persona encargada de realizar la distribución.
6. ¿cómo es la entrega y el protocolo de distribución?	salen con la orden y el producto para dirigirse a los puntos de entrego.
Personas	
7. ¿Cada cuánto capacitan y entrenan al personal?	El personal es capacitado, cuando ingresa a la empresa sobre las facturas, medios de pago y manejo de los medicamentos para el cuidado de estos.
8. ¿Cuáles son las zonas de distribución?	Las zonas de distribución son, Villa de Rosario, Patios, Cúcuta, además, realizan envíos nacionales e internacionales
9. ¿Qué tipo de clientes manejan?	Manejan varios tipos de clientes, institucionales, retail y especializados.
Infraestructura Y Tecnología	
10. ¿Con que infraestructura cuenta la empresa para hacer los diferentes puntos de la distribución?	No cuentan con una infraestructura adecuada, ya que no tienen un área específica para la distribución.
11. ¿Qué medios de transporte tiene la empresa?	La empresa cuenta con los siguientes medios de transporte dos (2) motos y una (1) camioneta
12. ¿Como se maneja la cadena de frio?	La empresa compra directamente a los fabricantes, donde especifican las condiciones en las que debe estar el medicamento. En el caso de las cadenas de frio, cuenta con los insumos requeridos para que se mantenga la composición del medicamento según lo recomendado. Por último, se revisa el pedido, verificando que las cajas estén selladas y con la temperatura indicada.
13. ¿cuál es el impacto de esa distribución en cuanto a tiempo y calidad	No tienen en cuenta el tiempo de distribución, se trata de enviar una ruta con el mismo recorrido o misma zona para agilizar el proceso, la calidad del producto se verifica antes del envío.

En conclusión, la empresa no cuenta con un sistema de distribución y ruteo de medicamentos, además el personal necesita ser capacitado y que conozcan la normatividad de la empresa para optimizar los procesos.

Anexo 2. Geolocalización

Clientes	Dirección	Latitud - Longitud	Producto			Distribución por Dron	
			Si	No	Ambos	Si	No
C166	CII 5 BN #1AE 5 Edificio Nodal Contri Torre A- Ceiba	7.90349, -72.497534	X			X	
C165	CII 0AN #1E 74 Quinta Bosch	7.899414, -72.500719			X	X	
C290	CII 2N 1E 115Quinta Bosch	7.900157, -72.499612			X	X	
C51	CII 2N 1E 115Quinta Bosch	7.900142, -72.498698			X	X	
C202	CII 1AN # 16E-13 arques Residenciales III	7.899818, -72.496862	X			X	
C297	Av 10E 5N 15 Santa Lucia	7.903706, -72.492208			X	X	
C54	CII 0 1E 06 Quinta Bosch	7.898612, -72.499145	X			X	
C283	CII 1A #0-82 Lleras Restrepo	7.896387, -72.500884			X	X	
C308	CALLE 1 E 2- 45 Ceiba	7.895814, -72.498807	X			X	
C219	Av 1 E 32 31 local 105 la cordialidad	7.895319, -72.498891	X			X	
C42	CII 3 A 1 E 09 Ceiba	7.895174, -72.498708	X			X	
C143	Av 3 ESTE 1 127 Ceiba	7.895982, -72.497046	X			X	
C274	Av 0 3 10 esq Lleras	7.89508, -72.499804	X			X	
C329	Av 10E 5N 15 Santa Lucia	7.90371, -72.492196			X	X	
C286	Av 4E 0N 45 Quinta Bosch	7.898038, -72.49598	X			X	
C310	Av 4E # 5 - 66 La Ceiba	7.894953, -72.495944			X	X	
C136	CII 3A # 3E-48-1 Ceiba	7.895013, -72.496516	X			X	
C168	CII 2N#4E- 159 La ceiba	7.896428, -72.495745			X	X	
C157	CII 1 7E 135 Quinta Oriental	7.898013, -72.493643	X			X	

Anexo 3. Base de datos con las coordenadas de los clientes.

C1	CALLE 11 NO. 1E-105	CAOBOS	7.886724, -72.498419
C2	CALLE 19 # 1-54	MOTILONES	7.907348, -72.520601
C3	CL 18 52 03	ANTONIA SANTOS	7.910592, -72.537155
C4	AV 8 41 24	CAMILO DAZA	7.938485, -72.520555
C5	CALLE 12 # 4-27 EDF. PANAMERICANO LC 101	CENTRO	7.884855, -72.502554
C6	CLL 21AN #2-41	PRADOS NORTE	7.916682, -72.496516
C7	AV 13 NO. 15-30	LA LIBERTAD	7.888513, -72.475557
C8	CALLE 12 # 16-23	EL CONTENTO	7.885606, -72.499475
C9	CL 33-11 05	BELLAVISTA	7.877467, -72.480738
C10	MZ 2 LOTE 12A-2	TUCUNARE PARTE ALTA	7.913073, -72.532619
C11	AV LIBERTADORES 15 N 46 LC 5	AV LIBERTADORES	7.894102, -72.486471
C12	CALLE 11 NO. 6-12	CENTRO	7.885550, -72.504936
C13	AV 4 14 68 LOCAL 5	CENTRO	7.882264, -72.501957
C14	CALLE 9 NO. 2-30	CENTRO	7.888462, -72.501531
C15	AV 11E 5AN 48	SANTA LUCIA	7.904894, -72.492106
C16	CL 18 0 15	OSPINA PÉREZ	7.921769, -72.518407
C17	CLL 11 46A 06	ANTONIA SANTOS	7.904345, -72.538311
C18	AV 2 21 46 LC 2	AEROPUERTO	7.939444, -72.502960
C19	CALLE 12 NO. 4-83	CENTRO	7.884817, -72.503062
C20	CALLE 15 NO. 28-04	JUANA RANGEL DE CUELLAR	7.885057, -72.465325
C21	TV 17 0N- 73	PUEBLO NUEVO	7.896168, -72.513231
C22	AV 2012- 71	CUNDINAMARCA	7.886278, -72.519200
C23	AV 2 18 64	BARRIO BLANCO	7.878859, -72.499339
C24	AV 2 23 81	VIRGILIO BARCO	7.939320, -72.501306
C25	MZ X LOTE 9	BELÉN DE UMBRÍA LA PASTORA	7.872738, -72.533590
C26	MZ J CL 45 89 AP 103	URB LOS ESTORAQUES	7.900846, -72.534069
C27	AV 33A NO. 31-10 LOC4	DIVINA PASTORA	7.915751, -72.533818
C28	CALLE 4 # 9-43	EL CALLEJÓN	7.892071, -72.509017
C29	CALLE 17 NO. 17-77	BALLESTER	7.885782, -72.471978
C30	CALLE 21 N # 2-60	PRADOS NORTE	7.917601, -72.496210
C31	CL 15 AV 6 #6 101 PRIMER PISO	EL CONTENTO	7.881545, -72.504093
C32	CALLE 2 NO. 5-03	NIÑA CECI	7.897951, -72.527256
C33	AV 9 NO. 7N-50	SAN MARTIN	7.908750, -72.468181
C34	CALLE 9N 17E-35	GALICIA	7.910369, -72.485650
C35	AV4 NO. 10-71	CENTRO	7.886420, -72.502536
C36	CALLE 7 NO. 4-76	SAN LUIS	7.897258, -72.480447
C37	AV 5	SAN LUIS	7.897386, -72.480210
C38	AV 6 #7-35	PRADOS DEL ESTE	7.911700, -72.472770
C39	BARRIO LA ESMERALDA MZ A LOCAL 2	BOCONO	7.883051, -72.464152
C40	CL 13 2E 101 LOCAL 101	CAOBOS	7.885295, -72.495940
C41	MOLINO DEL NORTE CASA 490	MOLINOS	7.947643, -72.511611
C42	AV 3 8B 13	DOÑA NIDIA	7.889926, -72.530484
C43	AV 6 1-46	EL CALLEJÓN	7.895283, -72.506718
C44	CALLE 13 NO. 1E-44	CAOBOS	7.885733, -72.496696
C45	AV 9 CALLE31-1	CARORA	7.896053, -72.509756
C46	AV 3 N°34 B	LLERAS RESTREPO	7.892991, -72.502933
C47	ARKAMAR CAMPESTRE CASA 23 MZ 3	BOCONO	7.884162, -72.464755
C48	AV 90AN-96 PUEBLO NUEVO OFICINA DE TRASAN CONSULTORIO MEDICO PISO 1	PUEBLO NUEVO	7.895814, -72.509904
C49	CLL 11 2 61	CENTRO	7.886270, -72.501231
C50	AV 4 -10-18	CENTRO	7.887034, -72.502909
C51	DIAGONAL 11B 10AN 74	PIZARRO	7.914210, -72.507249
C52	AV 13 7 45	COMUNEROS	7.913425, -72.524864
C53	AV 9 E 11 23	LA RIVIERA	7.887833, -72.490914
C54	CL 10 6AE 45 ED MABEFOR GOLD	LA RIVIERA	7.889177, -72.491074
C55	MZ G 5 LT 2	TORCOROMA 3	7.894186, -72.471673
C56	AV 6 C 6 06 ESQ. URB PRADOS DEL ESTE	PRADOS DEL ESTE	7.911488, -72.474507

C57	CALLE 3A # 3E-48-1	CEIBA	7.895013, -72.496516
C58	CALLE 12 A #1E-54	CAOBOS	7.885720, -72.497118
C59	CLL 15 N 17E -99	NIZA	7.915594, -72.487709
C60	CALLE 11 # 8-23	CENTRO	7.885204, -72.507069
C61	CALLE 2 9E 50	QUINTA BOSCH	7.897108, -72.492072
C62	AV 11E 10N 53	GUAYMARAL	7.910643, -72.492444
C63	AV 3 25 61 C.C. MAYORISTA LOCAL CM7	SAN MATEO	7.880985, -72.487549
C64	AV 3 ESTE 1 127	CEIBA	7.895982, -72.497046
C65	CALLE 7AN 13E-40	LOS ACACIOS	7.907002, -72.489347
C66	CALLE 6 N° 6-20	CENTRO	7.890787, -72.505946
C67	CL 13 10 62	EL CONTENTO	7.882736, -72.509170
C68	AV 11E 5 AN 216	SANTA LUCIA	7.905756, -72.492745
C69	MZ 20 CASA	CIUDAD JARDÍN	7.909572, -72.488347
C70	MZ A1 LOTE 4LOCAL 3	TORCOROMA 3	7.894271, -72.471694
C71	CARRERA 1 NORTE NO. 7E-75	QUINTA ORIENTAL	7.899411, -72.494245
C72	CLL 22 17 01	AGUAS CALIENTES	7.882436, -72.473624
C73	CALLE 6N 13-86	LOS ACACIOS	7.905740, -72.489899
C74	CONJUNTO RESIDENCIAL HIBISCOS CIUDADELA LAS FLORES AV 26 #39-120	CONJUNTO RESIDENCIAL HIBISCOS	7.867297, -72.537649
C75	AV. 1B 1-16 URB LA FLORIDA	SAN LUIS	7.890327, -72.485053
C76	AV 4N # 11-110E CAFETERÍA CARPA ROJA	SANTA LUCIA	7.905517, -72.490847
C77	CL 9 17 BARR 49 LC 2	URB ANIVERSARIO II	7.889593, -72.471830
C78	CL 1 7E 135	QUINTA ORIENTAL	7.898013, -72.493643
C79	CALLE 0 NO.11A-87	SAN MARTIN	7.901637, -72.469765
C80	AV1 #17-93 CONSUL. 308 CENTRO MEDICO NORTE	CAOBOS	7.879712, -72.498153
C81	CONJUNTO CERRADO ROYAL	AV LIBERTADORES	7.914190, -72.488368
C82	AV 16 11 26	CUNDINAMARCA	7.883638, -72.515070
C83	TRANSV 18AN 12AE 24	ZULIMA	7.915073, -72.491343
C84	MZ J4 LT 15	ATALAYA I ETAPA	7.907447, -72.517783
C85	AV 2 7 44	AEROPUERTO	7.932222, -72.504548
C86	CALLE 0AN #1E 74	QUINTA BOSCH	7.899414, -72.500719
C87	CALLE 5 BN #1AE 5 EDIFICIO NODAL CONTRI TORRE A	CEIBA	7.903490, -72.497534
C88	AV GRAN COLOMBIA 128 NO. 6E-126	QUINTA ORIENTAL	7.893364, -72.491201
C89	CALLE 2N#4E- 159 LA CEIBA AV	LOS PINOS	7.896428, -72.495745
C90	AV. 4 NO. 6-09	SAN LUIS	7.898307, -72.480717
C91	AV. 17 NO. 26-15	AGUAS CALIENTES	7.879922, -72.474294
C92	CALLE 12 NO. 7-91 LOCAL 1	OSPIÑA PÉREZ	7.923255, -72.525877
C93	AV 3 8 27	COMUNEROS	7.913575, -72.519093
C94	AV 4 NO. 9-46	SANTA ANA	7.887934, -72.466313
C95	MANZ 16 LOTE 1	4 ETAPA CLARET	7.911177, -72.526606
C96	AV.19 NO. 4-24	SIGLO XXI	7.896817, -72.469402
C97	AV 19 7 -06 URB TORCOROMA	SIGLO XXI	7.898744, -72.469115
C98	AV 0B 21 113	BARRIO BLANCO	7.876043, -72.497796
C99	CLL 19 # 2- 04 APTO 1	OSPIÑA PÉREZ	7.922774, -72.518734
C100	Calle 19 # 14- 16	LA LIBERTAD	7.884980, -72.475357
C101	AV 7 # 17N-14	ZONA INDUSTRIAL	7.916538, -72.502379
C102	AV2-18 24APT 201	BARRIO BLANCO	7.878962, -72.499311
C103	CALLE 17 NO.18-81	LA LIBERTAD	7.885532, -72.471078
C104	AV 10 11 93	EL LLANO	7.884031, -72.508648
C105	CL 9 22 24	NUEVO HORIZONTE	7.892972, -72.540379
C106	AV 0 5 26	LLERAS RESTREPO	7.892655, -72.499407
C107	AV 19 NO. 3-06	SIGLO XXI	7.897982, -72.469215
C108	AV.8 3-06	CENTRO	7.893360, -72.508335
C109	AV LIBERTADORES 19 A N 31 CANAL BOGOTÁ	AV LIBERTADORES	7.917611, -72.492268
C110	AV 5 NO. 4AN-03	COLPET	7.903563, -72.501810
C111	CL 16 2 70	LA PLAYA	7.881476, -72.500255
C112	CONJUNTO TERRAVIVA APTO 515 TORRE1	BOCONO	7.881716, -72.465275
C113	CL 32 25 83	BELÉN	7.943941, -72.501159

C114	MZ 19 CASA 2	CIUDAD JARDÍN	7.909607, -72.489057
C115	AV 7 NO. 4-28	CENTRO	7.892357, -72.507199
C116	CALLE 5 1-12	LA VICTORIA	7.903640, -72.517825
C117	AV 5A 4 96	PRADOS DEL ESTE	7.907258, -72.474917
C118	CALLE 1 #12-28	SAN MARTIN	7.902014, -72.468681
C119	AV 10 NO. 0-84	CARORA	7.896061, -72.510989
C120	CALLE 3 AN N. 3E 155	LA CAPELLANA	7.901476, -72.502068
C121	CLL 9 11 01	EL LLANO	7.886645, -72.510326
C122	CLL 14 N #14 AE 25	TOLEDO PLATA	7.940806, -72.515542
C123	CALLE 1AN # 16E-13	PARQUES RESIDENCIALES III	7.899818, -72.496862
C124	CALLE 26 #8-33	CUBEROS NIÑO	7.874094, -72.506043
C125	2N 00	SAN MARTIN	7.902947, -72.469201
C126	CALLE 3 11-17	COMUNEROS	7.910816, -72.524332
C127	AV 0A 12B 104	CHAPINERO	7.905035, -72.513687
C128	AV 11 E # 7N 28 OXIMED	GUAYMARAL	7.914800, -72.492837
C129	AV. 7 NO. 6-54	CENTRO	7.890111, -72.506753
C130	AV 35 NO. 30-74	DIVINA PASTORA	7.874860, -72.534762
C131	AV 9 A AN 96	PUEBLO NUEVO	7.898150, -72.510158
C132	AV PRINCIPAL 20-2	TORCOROMA	7.893258, -72.471917
C133	CALLE 11A NO. 16B-67	BALLESTER	7.888796, -72.472318
C134	CALLE 25 # 18B-27	SANTANDER	7.873119, -72.515845
C135	AV 16 #12-64	EL CONTENTO	7.882057, -72.515057
C136	MZ 33 LT 24	CLARET	7.912344, -72.528307
C137	CLL 12A 1E 50 52	CAOBOS	7.885809, -72.497144
C138	AVENIDA 2 CALLE 2	AEROPUERTO	7.928889, -72.505028
C139	CALLE 18 NO. 6-03	LA CABRERA	7.878672, -72.503446
C140	AV 1 E 32 31 LOCAL 105	LA CORDIALIDAD	7.895319, -72.498891
C141	CLL17 #14-49	TOLEDO PLATA	7.942549, -72.513662
C142	AV LIBERTADORES #3-86	TASAJERO	7.917991, -72.492726
C143	CALLE 23 N° 3-138	URBANIZACIÓN TASAJERO	7.919127, -72.491643
C144	CALLE 13 6AE-46 EDIFICIO LA RIVIERA LOC-05	LA RIVIERA	7.886468, -72.491017
C145	CALLE 17 #1E-100	CAOBOS	7.880959, -72.496402
C146	AV 0 4 74 LC 2	LLERAS RESTREPO	7°53'36.3"N 72°29'58.2"W
C147	CALLE 18 NO. 14-98	TOLEDO PLATA	7.942793, -72.513719
C148	SAN ISIDRO CASA 22A	SAN ISIDRO	7.879823, -72.488546
C149	CENTRO COMERCIAL BOLÍVAR LOTE EA-2	SAN LUIS	7.884744, -72.486983
C150	AV IRA E 24 CALLE 12 A LOCAL 11-142	CENTRO	7.912558, -72.499083
C151	AV 2 CALLE 16-26	AEROPUERTO	7.937179, -72.503520
C152	CL 13 1E 74	CAOBOS	7.885541, -72.496320
C153	AV 11E 5AN 71	GUAYMARAL	7.904075, -72.490958
C154	AV 9E NO. 6-106	QUINTA ORIENTAL	7.893929, -72.491310
C155	CL 15 5 30	LA CABRERA	7.881798, -72.503198
C156	CALLE 16 0 53	LA PLAYA	7.881593, -72.498310
C157	CL 9 N 4 11 4 55 SECTOR EL BOSQUE	ZONA INDUSTRIAL	7.908312, -72.498611
C158	CL 8 1E 125	POPULAR	7.889998, -72.498238
C159	AV GRAN COLOMBIA 4E 39	POPULAR	7.891720, -72.493600
C160	AV 4 10N 61	EL BOSQUE	7.911261, -72.499542
C161	CL 30 NO. 26-55	ANTONIA SANTOS	7.914483, -72.534631
C162	CALLE 18 NO. 0-57	CENTRO	7.879507, -72.497738
C163	AV 11E 5AN 166	SANTA LUCIA	7.904731, -72.491980
C164	AV 9E 8A 38	LA RIVIERA	7.890125, -72.491089
C165	CL 16 0E 25	BARR CAOBOS	7.881720, -72.497232
C166	AV 2 17 94	LA PLAYA	7.879681, -72.499358
C167	AV 1 16 32	LA PLAYA	7.881101, -72.499286
C168	CC BOLÍVAR BL C LC 14	CC BOLÍVAR	7.884283, -72.485866
C169	CALLE 15 0E 18	CAOBOS	7.882966, -72.497382
C170	CL 18 1 E 38	CAOBOS	7.879996, -72.496029
C171	CALLE 6 # 6-42 LOCAL 4	BARRIO BLANCO	7.882586, -72.498212

C172	CL 15A 1E 62	CAOBOS	7.882544, -72.496724
C173	AV 1 9 90	LATINO	7.887901, -72.499880
C174	AV 2 19 90	BARRIO BLANCO	7.877784, -72.499155
C175	CL 6 6 87	BARR LATINO	7.890539, -72.506387
C176	AV. 1 # 5-30	LLERAS	7.892519, -72.500786
C177	AV 0 12 21 LC 12 26	CENTRO	7.885672, -72.498126
C178	AV 1 E 12 39	CAOBOS	7.886043, -72.497454
C179	AV 11E N° 3N-134	GOVIKA	7.902701, -72.491668
C180	CALLE 6 NO. 7-45	PANAMERICANO	7.890335, -72.507067
C181	AV GRAN COLOMBIA # 3E-66	POPULAR	7.891452, -72.494495
C182	AV GRAN COLOMBIA #5E-14	AV GRAN COLOMBIA	7.889648, -72.492002
C183	CALLE 10#17-49	ANIVERSARIO 2	7.889101, -72.472226
C184	CL 9 19 10 LC 1	NUEVO HORIZONTE	7.894206, -72.538777
C185	AV. 3 NO. 10-67	CENTRO	7.886754, -72.501677
C186	CLL 7 17 17	SIGLO XXI	7.898865, -72.470935
C187	AV KENNEDY MZ J2 LOTE 7	IRA ETAPA ATALAYA	7.905852, -72.525679
C188	AV 0 # 11-30	C.C GRAN BULEVAR LC ST 12	7.886488, -72.498472
C189	TORRE DE BOLÍVAR ANILLO VIAL	TORRE DE BOLÍVAR	7.951657, -72.515102
C190	CL 9 N 9E 110	GUAYMARAL	7.908768, -72.493735
C191	AVENIDA 3 E 6CN-202	CEIBA 2	7.905457, -72.496960
C192	AV 11E 9N 68	AV GUAYMARAL	7.909076, -72.492125
C193	CLL 22AN N4 59	URB TASAJERO	7.919302, -72.491634
C194	CALLE 17 NO. 15-110	CONTENTO	7.879104, -72.513699
C195	CALLE 24 NO. 64-90	EL PROGRESO	7.921986, -72.543185
C196	AV 4 3 68 ESQ.	LATINO	7.893892, -72.504212
C197	CALLE 23N 3-78	URBANIZACIÓN TASAJERO	7.919260, -72.491644
C198	CL 5 A 11 E 15	COLSAG	7.895865, -72.489794
C199	CALLE 13A NO. 12-81 APTO 104	TOLEDO PLATA	7.938540, -72.512201
C200	AV 0 11 165	CAOBOS	7.885801, -72.497868
C201	CL 22 4A 55	SAN MATEO	7.885466, -72.482548
C202	CALLE 24 NO. 18-52	AGUAS CALIENTES	7.881139, -72.472706
C203	CALLE 15N # 17E-135	NIZA	7.917055, -72.485883
C204	AV 10E NO. 7A-25	GUAYMARAL	7.905982, -72.492588
C205	AV 11E 8 41	BARR COLSAG	7.903515, -72.489714
C206	AV 1 18 11	BLANCO	7.878741, -72.498261
C207	CL 9 AV 1 ESQ.	EDIF. COMFANORTE	7.888737, -72.499774
C208	AV 2 19 52	BLANCO	7.882476, -72.498744
C209	AV 2 13 75	LA PLAYA	7.884142, -72.500099
C210	AV 0 CALLE 10 EDF	ROSETAL PISO 3	7.888037, -72.498659
C211	AV 5 8 65 9 02	CENTRO	7.888878, -72.504647
C212	AV 1 17 21	LA PLAYA	7.880879, -72.498433
C213	CALLE 16 1E-120	CAOBOS	7.882117, -72.496657
C214	CALLE 10 #5-84 OF 201	EDIFICIO SEADE	7.887097, -72.504767
C215	AV 5 12 68	CENTRO	7.884568, -72.503509
C216	SUCURSAL AV CERO	CENTRO	7.885619, -72.498165
C217	AV 0 3 10 ESQU	LLERAS	7.895080, -72.499804
C218	AV 11E 8 15 CS 100	COLSAG	7.910961, -72.493046
C219	AV 1 15 43 CENTRO MEDICO DE ESPECIALISTAS	LA PLAYA	7.882492, -72.498505
C220	CL 16 A 1 E 133	CAOBOS	7.881557, -72.495404
C221	CL 7 10E 72	COLSAG	7.890793, -72.501899
C222	CLL 14 1 55	LA PLAYA	7.883763, -72.499478
C223	CL 29 7 95	BELLAVISTA	7.764750, -72.213271
C224	CL 9 6E 21	LA RIVIERA	7.890149, -72.491830
C225	CLL 10 9E 08 AP	LA RIVIERA	7.889596, -72.490695
C226	BODEGA D1	ZONA FRANCA	7.921746, -72.497030
C227	CL 15 1E 89	CAOBOS	7.883133, -72.496021
C228	AV 12E 4 30	QUINTA ORIENTAL	7.896428, -72.488678
C229	AV 1 15 04	LA PLAYA	7.882473, -72.498918
C230	AV 3AE 13A 38	CAOBOS	7.884514, -72.494076

C231	CLL 15 # 3AE 06	CAOBOS	7.883516, -72.494029
C232	AV 1 E 20 - 46	BLANCO	7.877644, -72.496157
C233	CLL 2N # 14E-19	VILLA PRADO	7.901101, -72.487467
C234	AV 2E 5-23	CEIBA	7.893166, -72.497939
C235	AV 1 17-93	BARR BLANCO CS 205-206	7.879712, -72.498152
C236	AV 7A 0BN 38	SEVILLA	7.897957, -72.508450
C237	AV 11 E 6 41	COLSAG	7.892867, -72.489169
C238	CALLE 9# 0E-88 LOCAL 101	CENTRO	7.889251, -72.497620
C239	AVENID 4 NO. 6-66	CENTRO	7.890637, -72.503562
C240	CL 4 N 11E 128	COLSAG	7.894855, -72.488664
C241	CALLE 1A #0-82	LLERAS RESTREPO	7.896387, -72.500884
C242	CLL 14A 1E 41	CAOBOS	7.883607, -72.496665
C243	CL 47 A 9 65	CAMILO DAZA	7.940375, -72.523142
C244	AV 2E 12A 37 LC 4	CAOBOS	7.885488, -72.495837
C245	AV 4E 0N 45	QUINTA BOSCH	7.898038, -72.495980
C246	AV 11E 5AN 71 HUEM AREA TOMOGRAFIA	GUAYMARAL	7.903961, -72.490714
C247	AV 1 21B 55	EL ROSAL	7.875195, -72.499802
C248	CL 3 A 1 E 09	CEIBA	7.895174, -72.498708
C249	AV 1 # 15-43	LA PLAYA	7.882150, -72.498622
C250	CL 0N ESQ. 16E 20 AV LIBERTADORES 0 71	LAS BRISAS LT 2	7.899318, -72.484959
C251	AV 6 #14-56	CENTRO	7.882097, -72.504153
C252	CL 10 5 50 ED AGRO BANCARIO LC 11 13	CENTRO	7.886940, -72.504404
C253	CL 13 A 2 E 87	CAOBOS	7.884728, -72.495273
C254	CL 3 5 34	COMUNEROS	7.910522, -72.520934
C255	CL 8 7 86	EL CENTRO	7.888440, -72.507011
C256	CLL11 14 02	EL CONTENTO	7.884083, -72.513111
C257	AV 4 4 25	LATINO	7.893017, -72.503764
C258	AV 0 21 27 LC 2	BLANCO	7.877036, -72.496237
C259	CL 7 2E 170	URB CEIBA II	7.905834, -72.497648
C260	CL 2N 1E 115	QUINTA BOSCH	7.900142, -72.498698
C261	CL 2N 1E 115	QUINTA BOSCH	7.900157, -72.499612
C262	CALLE 1C NO. 2A-19	VILLA CAMILA	7.902910, -72.479314
C263	AV 1 15 43 CS 502 Y 511	LA PLAYA	7.882258, -72.498772
C264	CALLE 1 9 E 106	QUINTA ORIENTAL	7.897757, -72.491247
C265	CL 0 1E 06	QUINTA BOSCH	7.898612, -72.499145
C266	AV 7 18N 50 BG N 2B 7 PARQUE IND DEL ORIENTE	AV AEROPUERTO	7.919351, -72.503193
C267	AVENIDA 4 #10-36	CENTRO	7.886749, -72.502799
C268	CL 12A 1E 45 CS 317B	CAOBOS	7.885841, -72.496864
C269	CL 19 N 16 B 07	NIZA	7.918509, -72.488590
C270	CLL 3 # 7E-121 B.	QUINTA ORIENTAL	7.901124, -72.494708
C271	CALLE 16#1E-42	CAOBOS	7.881954, -72.496354
C272	AV 9 E 10-57	LA RIVIERA	7.888787, -72.490846
C273	AV 0 A 21 27 LC 105	BLANCO	7.876769, -72.497415
C274	CL 13 A 1 E 112	CAOBOS	7.884357, -72.496794
C275	CL 3 N 3 E 114		7.887482, -72.494805
C276	AV 1E # 11-152 QUINTA VÉLEZ DIAGONAL A IDIME	QUINTA VÉLEZ	7.885742, -72.497506
C277	CL 8 7 85	CENTRO	7.888282, -72.507001
C278	CL 14 3 60 OF 304	EL CENTRO	7.883382, -72.501839
C279	AV 10E 5N 15	SANTA LUCIA	7.903706, -72.492208
C280	BODEGA 9 MODULO 4	CENABASTOS	7.926418, -72.495269
C281	AV 3 AE 13A 61	CAOBOS	7.884478, -72.493807
C282	AV. 9 ESTE #7-78	LA RIVIERA	7.891746, -72.491247
C283	AV 13 7 B 43	LOMA DE BOLÍVAR	7.887418, -72.512110
C284	ANILLO VIAL ORIENTAL 7 N 51 BG 23 MZ D	BOCONO	7.907282, -72.464382
C285	CRA 10 N° 17 47	LA PALMITA	7.822550, -72.474679
C286	CLL 7 AN 16 A E 98 CONJ LA PRIMAVERA	LA PRIMAVERA	7.906914, -72.485882
C287	AV 0 CLL 11 CENTRO COMERCIAL BULEVAR	CENTRO	7.886647, -72.498265
C288	AV 0 N. 15-44 OFC 2	CENTRO	7.882491, -72.497821
C289	CL 17 A 1 E 106	CAOBOS	7.880417, -72.496211

C290	CLL 18 0 23	BLANCO	7.879678, -72.497502
C291	CALLE 16 A 1 E -109	CAOBOS	7.881432, -72.496703
C292	ANILLO VIAL ORIENTAL	ANILLO VIAL ORIENTAL	7.923088, -72.479173
C293	AV 1 19 43	BLANCO	7.878313, -72.498654
C294	AV 6 7 03 BARR CENTRO	CENTRO	7.889453, -72.505442
C295	CALLE 1 E 2- 45	CEIBA	7.895814, -72.498807
C296	AV 14 E 0 55 BARR PRADOS I CA 27	PRADOS 1	7.879843, -72.496950
C297	Av 4E # 5 - 66 Barrio La Ceiba	CEIBA	7.894953, -72.495944
C298	AV. 6 NO. 7-22 LOCAL 2 ESCOBAL	ESCOBAL	7.914346, -72.465199
C299	AV 7 8 91 LA INSULINA	INSULA	7.932340, -72.499069
C300	CL 10 9E 84 LA RIVIERA	LA RIVIERA	7.889275, -72.490611
C301	AV 11 E 5AN-88 SANTA LUCIA	SANTA LUCIA	7.905768, -72.492798
C302	AV 0A 20 38 BARRIO BLANCO	BLANCO	7.877495, -72.497549
C303	MZ R 1 LT 17 1 ET BARR JUAN ATALAYA	JUAN ATALAYA	7.909650, -72.528499
C304	AV 11 E T AV GUAYMARAL	GUAYMARAL	7.904019, -72.491098
C305	CENABASTOS GALPÓN A LC 23 BARR TASAJERO	TASAJERO	7.925892, -72.492741
C306	AVENIDA 11 AE 4 39 URB LA ANITA	QUINTA ORIENTAL	7.896259, -72.488971
C307	AV 0 N. 19 - 52 BARR BLANCO	BARRIO BLANCO	7.878311, -72.496844
C308	AV 11E 5AN 32 SANTA LUCIA	SANTA LUCIA	7.903322, -72.491930
C309	AV 2 10 18 LC ED OVNI BARR EL CONTENTO	EL CONTENTO	7.887209, -72.500827
C310	AV 5 7 N 108BRR ZONA INDUSTRIAL I	ZONA INDUSTRIAL	7.906269, -72.502735
C311	CL. 17A NRO. 2E- 16 LC.1	JARDÍN PLAZA	7.921564, -72.480043
C312	CALLE 12 NO. 5-97 CENTRO	CENTRO	7.884630, -72.504412
C313	AV 1 E 11 69 LC 113 ED CANTABRIA	CENTRO	7.886639, -72.497666
C314	AV 11 E 5 AN 32 SANTA LUCIA	SANTA LUCIA	7.903454, -72.493161
C315	AV 1 17 93 CS 209 CENTRO MEDICO NORTE	BARRIO BLANCO	7.879710, -72.498154
C316	CALLE 17# 0-88 BARRIO LA PLAYA	LA PLAYA	7.880686, -72.498055
C317	CL AN 6 E 119 BARR QUINTA ORIENTAL	QUINTA ORIENTAL	7.900844, -72.491215
C318	CALLE 16 NO. 11-73 LOCA 1 LIBERTAD	LIBERTAD	7.890177, -72.475738
C319	AV. LIBERTADORES LOCAL 2	AV. LIBERTADORES	7.918765, -72.494987
C320	AV 5 8-34 SAN LUIS	SAN LUIS	7.896369, -72.480617
C321	AV 3 11 27 SEGUNDO PISO	CENTRO	7.886042, -72.501542
C322	CL 1 9E 06	QUINTA ORIENTAL	7.899658, -72.492326
C323	AV 10E 5N 15	SANTA LUCIA	7.903710, -72.492196
C324	AV 4 6 21	LATINO	7.890905, -72.503386
C325	CALLE 8 NO. 8-86	CENTRO	7.888267, -72.508179
C326	AV 7 NRO. 12 61	CENTRO	7.883895, -72.505199
C327	CL 10 0E 94 OF 106 P 3	CENTRO NEGOCIOS VENTURA	7.888243, -72.496015
C328	AV 3 11-80	SAN LUIS	7.893887, -72.482950
C329	CALLE 7 N #15E-52	SAN EDUARDO	7.906797, -72.487223
C330	AV 7A NO. 4N-12	SEVILLA	7.903572, -72.505748
C331	AV GRAN COLOMBIA N° 9E-25	COLSAG	7.893556, -72.491216
C332	AV 10 E 7 N 12	SANTA LUCIA	7.906619, -72.492634
C333	AV 10E 7 12	SANTA LUCIA	7.906773, -72.492600
C334	CALLE 13 NO. 1E-44	CAOBOS	7.885671, -72.497108
C335	AV 1 CALLE 11	MOTILONES	7.918477, -72.521172

Anexo 4. Programación

Rutina de vuelo																														
Día	Cuadrante			Ruta													Franja de Vuelo													
	2	3	4	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	08	09	10	11	01	02	03	04				
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	0	0	0	0	
2/08 /202 1	X		X																X											
		X																				X							X	
	X				X																					X				
		X									X																X			
	X							X																			X			
	X																													
		X																												X
			X																											
3/08 /202 1	X									X																				
	X				X																					X				
		X																										X		
	X		X																										X	
	X					X																					X			
		X																									X			
	X									X																X				
4/08 /202 1			X																										X	
	X			X																							X			
		X										X															X			
			X																					X						
	X									X																			X	
		X																									X			

